

紡織染叢書

紡織計算學

瞿炳晉編著

纖維工業出版社

紡織染叢書

紡織計算學

瞿炳晉編著

纖維工業出版社發行

編 著 大 意

1. 本書適於各紡織染學校學生課外參考及工廠從業人員隨時查閱之用，技術訓練班或補習學校採為教本，及紡織技工自修，尤為相宜。

2. 本書着重於實用基本計算，對於紡織方面之基本計算，儘量介紹外，而對於數學方面算式之演解方法，亦作簡明之演述，使初學者能一目了然。

3. 本書分三章，第一章主要敘述各種紗支及直徑之計算方法，第二章敘述各種傳動之計算，第三章敘述牽伸，撚度與強力等應用計算，並旁及紡織工程之設計與規格，俾合實用。

4. 棉毛絲麻，均屬紡織，其範圍既廣，各項規格，當有少異，但其機構傳動方面之基本計算法則相同，無庸細別，而棉紡織為我國目前規模之較大者，故例解時多以棉紡為例也。

5. 本書各項名詞，概採一般所通用者，間亦採用俗名，或數種名稱，同時並列，以便工廠從業人員之用，至於罕見或不習用者，則仍用原文，不加逐譯。

6. 書後附有習題及答案，以便自修。

張 序

學理與經驗相資爲用，此一般事業所宜然，而於紡織界尤爲需要，舍學理而偏重經驗，其流弊在墨守成規，難期進步，舍經驗而高談學理，則又往往徒託空言，難切實際，民國初元，南通張謇庵師繼創辦紗廠之後，設紡織專校，造就專門技術人才，熔學理經驗於一爐，數十年來，畢業諸同學，類能展其所長，爲世所重，第以恆情而論，服務工廠者，終日習於機械，心知其用，若責以文字著作發表心得，或難暢所欲言，其專重書本知識缺乏實際經驗者，雖執鞭教學之時，圖解詳明，說理精透，一旦用之於工廠，則亦有時扞格，或未能得心應手，此實環境所囿，有以使然，而體用兼資之才之不易多覯，於此亦可知矣。同學瞿君炳晉，服務紡織工廠，兼任南通學院紡科教授，平日出其所學，施之於用而不悖，又能以實用所得之經驗，陸續發爲著述而啓示後學，無廢無偏，庶幾可貴，茲以所編紡織計算學屬爲之序，余信是書之成，將有裨於紡織技術人員也，爰書此爲介。

吳 序

我國自抗戰勝利以還，科學書籍刊行尠少，而紡織一門，尤寥若晨星，間有一二譯著，或以取材陳舊，或以偏重理論，恆苦不能施諸教學及作工廠參考之用，嘗思我國工業，向以紡織較為發達，從業人員亦較衆多，其所以進步如斯之速者，端賴科學之應用，機械之改進，際此科學智識日新月異，機械構造精益求精之時，一切技術之貫輸，則又有賴於專門書籍，視昔日之徒藉工頭經驗轉相傳授者，其效用不可同日而語，然欲求一學理顯淺切合實用而為一般技工所易瞭解者，殊不多覩，瞿君炳晉，在余所主持之中國紡織染工業專科學校及補習學校，執教多年，並歷任各紡織廠技師，學識經驗，均甚豐富，對於機械計算一科研究尤深，近以其在校所編講義重加整理，再參以平日經驗所得，刊印是書，書成，囑余為序，余閱書既竟，深感其切合實用，文字暢達，匪特可作學校教課善本，抑亦為一般從業人員之津梁，書中所言，由淺入深，舍艱澀理論而講實地計算方法，示讀書以循序漸進之道，誠異乎恆人之所作也。語云：行遠自邇，登高自卑，是書有焉，余知斯冊一出，必將不脛而走，風行全國，嘉惠學子技工，實非淺鮮，而於我國紡織工業將來之發展，尤有莫大之扶助，故余樂為之序。

吳中一 戊子仲夏序於中國紡織工學院

劉 序

民國三十五年一月，余主持中國紡織建設公司之上海第一毛紡織廠，得識南通瞿君炳晉，與之同事，今為第三年矣，君喜研究，富著述，嘗見之於各紡織刊物，若織物組合與分解一書，各校多採為教本，茲復出其紡織計算學請序，觀其敘述詳明，程度由淺入深，極合一般從事織工者實用之需，業見於諸先生序文，無俟贅言，惟與君先後同學南通學院，余畢業已廿年，而君畢業亦十餘年，當余就學時，紡織教學猶未離繖蓋時代，教授僅自編講義，以應課業，及君則歐美譯著，坊間雖稍見刊行，而實際尚屬寥寥，求能適應大眾閱讀供自修者尤少。今則紡織事業已具突飛猛進之勢，以常情論，著作當與俱增，無虞缺乏，而事乃有大謬不然者，蓋際此非常時期，物質維艱，一著作之刊行，所費不貲，往往書價之收入，不抵紙墨印工之支付，況紡織屬之專門，僅限於社會一角，非如普通用書行銷之廣，故有經濟能力者，不願從事刊著，而有志著作者，又日勞形於生活，無暇及此，文化因以阻滯，今瞿君力非富有，機杼之餘，排除萬難，勉成是書，公諸同志，為推行織工文化之一助，其用心固迥異於尋常矣，故特為表而出之。

劉益遠謹序 三十七年八月

自序

紡織計算學者，乃應用數學之一種，根據紡織機械原理，而求得其未知數，凡工廠之設計，機器之支配及需要之變化等，莫不以之。夫從事紡織廠之職工，其須明瞭機械學理，自不待言，而未受紡織學之專門訓練者，平時服務，不免發生困難，其亟需補求紡織知識，機械學理，藉彌缺憾，乃為必然之勢，觀諸各紡織補校，在廠職工來學者之多，且逐年增進，可證也。不佞濫竽教職，逾十寒暑，嘗根據學員需要，參考中西書籍，衡量國內工廠情形，益以平日實施經驗，自編講義，用之教學，期適實用，又累經修訂，毋使後時，舉凡有關紡織機械之實用基本計算，盡量搜輯，材料由淺入深，例解力求詳明，並酌採各紡織廠應用規格，以供初學及工廠從業人員檢閱之需，至各紡織機之個別計算及偏於理論者，擬陸續印行焉。自維學識淺陋，役役廠務，日鮮暇晷，指疵訂誤，高明是期，辱承張師文潛，吳校長中一，劉廠長益遠賜序，茅祖構，徐谷良，黃立，杜燕孫，馬紹融，彭伯剛，黃若偉，袁振祺，劉務樾，楊保鈞，周冕諸兄熱心協助，或撥冗校讎，或惠供材料，或鈔胥繪圖，或奔走分勞，應併記之，以申謝悃，而示不忘。

瞿炳晉謹識于中國紡織建設公司上海第一毛紡織廠，

時民國三十七年八月。

目次

第一章 基本計算	1
〔1〕 直徑及圓周	1
〔2〕 百分率	2
〔3〕 單紗支數	8
〔4〕 相當支數	11
〔5〕 折合標準支數	14
〔6〕 平均支數	18
〔7〕 含水量與紗支之關係	20
〔8〕 支數差異率	21
〔9〕 股線支數	22
〔10〕 股線之重量及價值	28
〔11〕 平方及平方根	30
〔12〕 立方及立方根	32
〔13〕 紗線之直徑	33
第二章 紡織機械之傳動	37
第一節 概說	37
〔1〕 傳動之分類	37
〔2〕 圓速度和線速度	38
〔3〕 傳動值	38
第二節 滾動接觸	39
〔1〕 二圓之接觸	39

	(2) 圓與直線	40
	(3) 圓錐體之接觸	41
第三節	滑動接觸	42
	(1) 齒輪	42
	(2) 齒輪系	46
	(3) 齒輪系之設計	47
	(4) 調換輪	48
	(5) 螺旋桿與螺旋齒輪	49
	(6) 小齒輪及齒桿	51
	(7) 內齒輪	51
	(8) 棘齒輪	52
	(9) 星齒輪	52
	(10) 門格齒輪	53
	(11) 偏心齒輪	54
	(12) 傘齒輪	54
	(13) 連鎖齒輪或擺齒輪	54
	(14) 凸輪	58
第四節	利用剛質媒介之間接傳動	59
	(1) 剛質媒介之應用	59
	(2) 連桿	59
	(3) 曲柄	59
	(4) 槓桿	60
	(5) 四連桿機構	62
第五節	利用撓質媒介之間接傳動	63
	(1) 撓質媒介之應用	63
	(2) 皮帶之種類	63
	(3) 皮帶盤之實際表面與作用線	64
	(4) 皮帶盤之直徑與速度之關係	64

〔5〕	皮帶之長度	65
〔6〕	皮帶之張力	67
〔7〕	皮帶之工率	68
〔8〕	皮帶傳動之馬力	68
〔9〕	階級皮帶盤	71
〔10〕	階級皮帶盤之直徑與交叉式皮帶之關係	71
〔11〕	階級皮帶盤之直徑與開口式皮帶之關係	72
〔12〕	圓錐輪	73
〔13〕	V形橡皮皮帶	74
〔14〕	傳動軸	77
〔15〕	繩輪及鏈輪	77
第六節	利用空間及流動媒介之間接傳動	78
〔1〕	空間媒介	78
〔2〕	流動媒介	78

第三章 應用計算

79

第一節	原料混和之計算	79
〔1〕	混和原料之目的	79
〔2〕	混和成份計算法	79
第二節	牽伸與併合	83
〔1〕	牽伸	83
〔2〕	牽伸之計算法	84
〔3〕	破斷牽伸	87
〔4〕	各種牽伸之意義	88
〔5〕	金屬上羅拉之牽伸	89
〔6〕	併合	91
〔7〕	牽伸之分配	91
第三節	撚度	94
〔1〕	撚向	94

	〔2〕 撚數.....	94
	〔3〕 撚度差異率.....	97
第四節	棉紗之標準強力.....	98
	〔1〕 計算棉紗標準強力的法則.....	98
	〔2〕 強力差異率.....	100
第五節	織物分解及設計之基本計算.....	101
	〔1〕 縮度.....	101
	〔2〕 筈通幅及整經長.....	101
	〔3〕 紗之根數及筈之計算.....	102
	〔4〕 亨克數之計算.....	102
	〔5〕 重量之計算.....	103
	〔6〕 織物組織與經緯密度之關係.....	103
第六節	紡織物之設計.....	105
	〔1〕 紡績工程之設計.....	105
	〔2〕 織物之設計.....	111
第七節	附錄.....	117
	〔1〕 各種纖維規定標準回潮率表.....	117
	〔2〕 棉紡工場標準溫濕度.....	118
	〔3〕 毛紡工場標準溫濕度.....	118
	〔4〕 織造工場標準關係濕度.....	118
	〔5〕 羊毛纖維品質支數及可紡支數表.....	119
	〔6〕 溫度計.....	120
	〔7〕 比重計.....	120
	〔8〕 三角函數之真數表.....	121
	〔9〕 空氣濕度表.....	122
	〔10〕 應用算式彙錄.....	124
	〔11〕 金屬材料重量表.....	126
	〔12〕 水之當量單位.....	126
	〔13〕 度量衡單位.....	127
	〔14〕 習題.....	129

紡織計算學

第一章 基本計算

[1] 直徑及圓周

取一線分OA,如第1圖,固定其一端O,而以全線旋轉一周,則其他端A所行之路徑,曰圓周,圓周所圍平面之部份曰圓,定點O為圓心,線分OA為半徑,自圓心O至圓周上任意一點之線OB,OC等,皆為圓之半徑,彼此相等,通過圓心,連接兩半徑OA,OB成一線分AB,則此線分為圓之直徑,圓周之長約為直徑之3.1416倍。

$$1 \text{ 圓周} = \pi \times \text{直徑} \dots\dots\dots (1)$$

$$= 2 \times \pi \times \text{半徑}$$

$$\pi = \frac{22}{7} = 3.1416$$

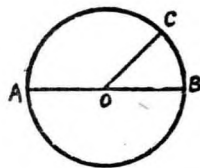
例1: 某羅拉(Roller)之直徑為 $1\frac{3}{8}$ 吋,試求其圓周之長。

$$\text{〔解〕 圓周} = 1\frac{3}{8} \times \frac{22}{7} = \frac{121}{23} = 4.3214 \text{ 吋。}$$

例2: 某併條機前羅拉之直徑為 $1\frac{1}{8}$ 吋,其速度為每分鐘320轉,求該羅拉每小時送出棉條之長度。

$$\text{〔解〕 羅拉之圓周} = 1\frac{1}{8} \times \frac{22}{7} = 3.536 \text{ 吋}$$

亦即羅拉一轉時送出棉條之長度為3.536吋,



第 1 圖

則每分鐘 320 轉時送出棉條之長度，當為 $3.536 \times 320 = 1131.52$ 吋，
故每小時送出之長度 $= 1131.52 \times 60 = 67,891.2$ 吋

上式係分作三步計算，其實可併作一式，如

$$1 \frac{1}{8}'' \times \frac{22}{7} \times 320 \times 60 = 67,891.2 \text{ 吋/時。}$$

$$\text{或 } \frac{67,891.2}{36} = 1,886 \text{ 碼/時。}$$

〔附註〕 每分鐘轉數，通常簡寫作 R. P. M.

[2] 百分率

爲便於比較產量之增減，重量之多寡，價值之貴賤等起見，常採用百分率，所謂百分率者，即每一百份中含有幾份是也。普通以符號 % 表示之，紡織工業上常用者，有下列數種：

A. 廢棉率——即以所用原料總量，除去製成成品若干磅外，所餘之差數，佔原料總數之百分數也。

例3： 設用原棉 10,000 磅，紡績成紗 9,000 磅，求廢棉之百分率。

〔解〕 廢棉量 $= 10,000 - 9,000 = 1,000$ 磅。

$$10,000 : 1,000 = 100 : x$$

$$x = \frac{1,000 \times 100}{10,000} = 10\% \text{ (廢棉率)}$$

例4： 倘吾人須紡 9,000 磅棉紗，製造時有廢棉 10%，問須用原棉若干磅？

〔解〕 因廢棉率爲 10%，即用原棉 100 磅，可成紗 90 磅，換言之，欲紡製棉紗 1 磅，即須用原棉 $\frac{100}{90}$ 磅，則紡製 9000 磅棉紗時，所需原棉之量，當爲：

$$\frac{100}{90} \times 9000 = 10,000 \text{ 磅。}$$

例5： 如以原棉 100,000 磅紡紗時，在清棉機損失 5%，梳棉機損失 5%，紡紗機損失 5%，問結果成紗可得若干磅？

〔解〕 因清棉機損失 5%，則所成棉卷重量，當爲：

$$100,000 \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 95,000 \text{ 磅。}$$

以棉卷 95,000 磅，經過梳棉機，損失 5%，則所成棉條之重量，當爲：

$$95,000 \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 90,250 \text{ 磅。}$$

再以 90,250 磅之棉條紡製棉紗，因紡紗機損失爲 5%，故成紗量爲：

$$90,250\left(1-\frac{5}{100}\right)=35,737\frac{1}{2}\text{磅。}$$

【注意】總共之廢棉百分率，並非上述三者百分率直接相加之和，其數值應為：

$$100,000 : (100,000 - 85,737\frac{1}{2}) = 100 : x$$

$$x = 14.262\% \text{ (總共廢棉率)。}$$

例6：若用原棉120,000磅紡製棉紗，結果在清棉間得廢棉5,600磅，梳棉間得廢棉4,250磅，紡紗間得廢棉3,900磅，求在各工程時及總共之廢棉率。

【解】清棉間之廢棉率(x) $120,000 : 5,600 = 100 : x$

$$x = 4\frac{2}{3}\%$$

梳棉間之廢棉率(y) $(120,000 - 5,600) : 4,250 = 100 : y$

$$y = 3.71\%$$

紡紗間之廢棉率(z) $(120,000 - 5,600 - 4,250) : 3,900 = 100 : z$

$$z = 3.54\%$$

總共廢棉率(R) $120,000 : (5,600 + 4,250 + 3,900) = 100 : R$

$$R = 11.45\%$$

例7：某梳棉機鋼刺棍下之落棉為 $1\frac{3}{4}\%$ ，針板之落棉重24磅，倘該機喂入原棉量為560磅，求其總共之廢棉率。

【解】在鋼刺棍下之落棉重量 $= 560 \times \frac{1\frac{3}{4}}{100} = 9.8\text{磅。}$

總共落棉重量 $= 9.8 + 24 = 33.8\text{磅}$

總共廢棉率(x)為： $560 : 33.8 = 100 : x$

$$x = 6.03\%。$$

【注意】如欲計算針板上之廢棉率，可先求至錫林之棉重，即

$$560 - 9.8 = 550.2\text{磅，}$$

故針板上之廢棉率(y)為： $550.2 : 24 = 100 : y$

$$y = 4.36\%。$$

倘至錫林之原棉，仍為560磅，則針板上之廢棉率(z)為：

$$560 : 24 = 100 : z \quad \therefore z = 4.28\%。$$

如屬上項情形，則總共廢棉率當為鋼刺棍落棉率及針板落棉率二者直接相

加之和，即 $1\frac{3}{4}\% + 4.23\% = 6.03\%$ 。

B. 生產效率——即實際產量與計算產量相比所得之商數，以百分數表示之。

例8：某織機曲柄軸 (Crank shaft) 之速度為 180 R. P. M, 製織每吋 60 緯之織物，每台每十小時之實際產量為 45 碼，試求其生產效率。

〔解〕 因曲柄軸 1 轉，即織 1 緯，故每台每十小時之計算產量為：

$$\frac{180 \times 60 \times 10}{60 \times 36} = 50 \text{ 碼}$$

$$\text{生產效率} = \frac{\text{實際產量}}{\text{理論產量}} = \frac{45}{50} = 0.90 = 90\%$$

例9：紡 40 支棉紗，每吋 24 撚，錠子 9,800 R. P. M, 生產效率為 90%，開工作 12 小時之實際產量每錠為若干磅？

〔解〕 計算產額(磅) = $\frac{\text{錠子每分鐘轉數} \times 60 \text{分} \times \text{工作時間(時)}}{\text{每吋撚數} \times 36 \times 840 \times \text{支數}}$

$$\text{實際產量} = \text{計算產量} \times \text{生產效率} = \frac{9,800 \times 60 \times 12}{24 \times 36 \times 840 \times 40} \times \frac{90}{100} = 0.2187 \text{ 磅。}$$

C. 停轉率——即機械停止運轉之時間，佔總共工作時間之百分數也。

例10：某廠每班規定工作 10 小時，但因機械損壞，停機修理，以及工作上之需要，共停機 30 分鐘，求其停轉率。

〔解〕 $(10 \times 60) : 30 = 100 : x$

$$x = \frac{30 \times 100}{10 \times 60} = 5\% \text{ (停轉率)。}$$

D. 相對濕度或飽和度——空氣每立方公分 (Cm³) 中實含之水氣量，與假定此空氣如為完全飽和狀態所應含有之水氣量之比，稱為相對濕度。此數當然適與空氣現在含有水氣之壓力，與假定此空氣如為完全飽和時所應含有水氣之壓力之比相等。

求濕度之方法有多種，茲略述二種如次：

(a) 露點測定法——設室內溫度為 25°C，用可容 200~300 立方公分之光亮容器一個，盛水至半滿，略加碎冰，以溫度計在內攪勻，俟容器光亮之面上，略呈濕氣層時，溫度計上所示之溫度，即為露點，設為 15°C，故是時空氣實在含有之水氣，在 15°C 達飽和狀態，再檢閱飽和水蒸氣之常數表，得知壓力 $P = 12.7$ 公厘 (m.m.)，但 25°C 時飽和空氣應含水氣之壓力， $P_1 = 23.5$ 公厘。

$$\begin{aligned} \text{相對濕度} &= \frac{\text{露點時飽和空氣應含水氣之壓力}}{\text{室內溫度時飽和空氣應含水氣之壓力}} = \frac{P}{P_1} \\ &= \frac{12.7}{23.5} = 0.54 = 54\%, \text{亦稱此空氣爲54\%之飽和。} \end{aligned}$$

I. 飽和水蒸氣之常數表

本表所示爲 $t^{\circ}\text{C}$ 時，飽和水蒸氣之密度 D 及壓力 P ，壓力之單位，用水銀柱長之公厘數，密度 D 之單位，爲每立方公分內之重量公分數 (g/cm^3)。

$t^{\circ}\text{C}$	P	D	$t^{\circ}\text{C}$	P	D	$t^{\circ}\text{C}$	P	D
-10°	2.2	.0000023	4°	6.1	.0000054	18°	15.3	.0000152
-9°	2.3	.0000025	5°	6.5	.0000068	19°	16.3	.0000162
-8°	2.5	.0000027	6°	7.0	.0000073	20°	17.4	.0000172
-7°	2.7	.0000029	7°	7.5	.0000077	21°	18.5	.0000182
-6°	2.9	.0000032	8°	8.0	.0000082	22°	19.6	.0000193
-5°	3.2	.0000034	9°	8.5	.0000087	23°	20.9	.0000204
-4°	3.4	.0000037	10°	9.1	.0000093	24°	22.2	.0000216
-3°	3.7	.0000040	11°	9.8	.0000100	25°	23.5	.0000229
-2°	3.9	.0000042	12°	10.4	.0000106	26°	25.0	.0000242
-1°	4.2	.0000045	13°	11.1	.0000112	27°	26.5	.0000256
0°	4.6	.0000049	14°	11.9	.0000120	28°	28.1	.0000270
1°	4.9	.0000052	15°	12.7	.0000128	30°	31.5	.0000301
2°	5.3	.0000056	16°	13.5	.0000135	35°	41.8	.0000393
3°	5.7	.0000060	17°	14.4	.0000144	40°	54.9	.0000509

(b) 乾濕球濕度計 (wet and dry-bulb hygrometer) 測定法：—— 此器用兩溫度計組織而成，其一爲乾球，其一外包濕布，布之下端浸入水槽內，使球常濕，如空氣未曾飽和，則濕球之面部必蒸發不已，因蒸發而致減熱，故濕球所示之溫度，恆較乾球者爲低，兩表之差與蒸發力成正比例，而與空氣中所含之水氣成反比，蓋空氣中溫度高，濕氣少，則其發散力大，故相差之度數多，倘溫度低，濕氣多，空氣去凝結點近，則蒸發力小，故相差度數亦小，(但須注意者，即濕球所示度數，並不與露點相同)，由此兩溫度計所示之差數，即可決定相對濕度，蓋若大氣已達飽和，則濕球表面並無蒸發，此時兩球當呈同一之溫度，以此器之度數，與露

點濕度計比較，可將此二計之示度作成一表，於是由兩溫度計所示之度數，立可決定相對濕度及露點矣，此器使用之前，務使空氣流動於濕球之旁，示度乃能準確。關於乾濕球溫度之差數與相對濕度之關係，請閱本書後部附表。

E. 回潮率(Regain)與含水率(percent of moisture)——凡紡織纖維放置大氣中，均能吸收水份，為表示其吸收量之多寡起見，有回潮率與含水率之別。如絕對乾燥之棉花重 100 磅，置於標準大氣(溫度 70°F，濕度 65%)中，經過 10 至 12 小時後，吸收大氣中水份 10 磅，則共重 110 磅，此種即謂棉之回潮率為 10%，但若言其含水率，則為 $\frac{10 \times 10}{110} = 9.09\%$ ，故回潮率係以乾燥時重量為計算之標準，而含水率則以總重量(含水)為計算之標準。茲更以算式表示之。

設 $R =$ 回潮率， $W =$ 原料含水時總共重量

$M =$ 含水率， $D =$ 原料乾燥時重量

則 $W - D =$ 原料吸收水份之重

$$\therefore R = \frac{(W - D) \times 100}{D} \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore M = \frac{(W - D) \times 100}{W} \dots \dots \dots (3)$$

例 11: 茲有一束棉花，初重 213.27 格令，乾燥後重 198.3 格令，求其回潮率及含水率。

【解】 水份之重 = 213.27 - 198.3 = 14.97 格令。

$$\therefore \text{回潮率}(R) = \frac{14.97 \times 100}{198.3} = 7.55\%$$

$$\text{含水率}(M) = \frac{14.97 \times 100}{213.27} = 7.02\%$$

例 12: 已知含水率為 9.09%，試求其回潮率。

【解】 由公式(3)得: $D = W - \frac{WM}{100} \dots \dots \dots (3a)$

$$\begin{aligned} \text{以(3a)代入(2)得: } R &= \frac{W - (W - \frac{WM}{100})}{W - \frac{WM}{100}} \times 100 \\ &= \frac{WM}{100} \times 100 \times \frac{100}{100W - WM} \\ &= \frac{M \times 100}{100 - M} \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

$$\therefore \text{回潮率} = \frac{9.09 \times 100}{100 - 9.09} = 10\%$$

例13: 已知回潮率爲10%, 求其含水率。

【解】 由公式(4) $R = \frac{M \times 100}{100 - M}$

即 $100R - MR = 100M$

$$100R = 100M + MR = M(100 + R)$$

$$\therefore M = \frac{100R}{100 + R} \dots\dots\dots(5)$$

$$\therefore \text{含水率} = \frac{100 \times 10}{100 + 10} = 9.09\%$$

例14: 已知原料含水時之重爲110磅, 回潮率爲10%, 求其乾燥重量D。

【解】 $\therefore R = \frac{W - D}{D} \times 100$

$$\therefore D = \frac{100W}{100 + R} \dots\dots\dots(6)$$

$$\therefore \text{乾燥重量 } D = \frac{100 \times 110}{100 + 10} = 100 \text{磅。}$$

例15: 已知原料含水時之重爲110磅, 回潮率爲10%時, 求其吸收水份之重?

【解】 吸收水份之重 $= W - D = W - \frac{100W}{100 + R}$

$$= \frac{WR}{100 + R} \dots\dots\dots(7)$$

$$\therefore \text{水份之重} = \frac{WR}{100 + R} = \frac{110 \times 10}{100 + 10} = 10 \text{磅。}$$

F. 縮度及回復伸度——織物經過某種工程時, 於其長或闊間, 勢必伸長或收縮若干, 表示其伸長之程度者曰伸度 (Elongation)。表示其收縮之程度者曰縮度 (Contraction or shrinkage)。普通各種織物之縮度, 多數大於伸度, 故常見縮度之名, 而伸度之名不常見也。於分解織物時, 將其中已經收縮之經緯紗拉直, 使之恢復原狀, 計算其由收縮狀態而至伸直狀態之伸長度, 此亦名爲伸度, 但與前述之伸度性質不同, 爲便於區別起見, 乃名此爲回復伸度 (Regain)。

例16: 設於5吋見方之織物中, 抽出經紗一根, 伸直量之得5.4吋, 試求經紗之伸縮度。

【解】 經紗縮度: $5.4:100 = (5.4 - 5):x$

$$x = 7.4\%$$

經紗回復伸度: $5:100 = (5.4 - 5):y$

$$y = 8\%$$

[3] 單紗支數 (Counts)

爲正確表示紗線之粗細程度起見，可比較其標準長度內之單位重量，或標準重量時之單位長度，蓋標準重量內之長度愈長，則紗愈細，否則必粗，由此種方式比較之結果，名曰支數，例如英國制棉紗支數，係以一磅爲標準重量，而以 1 亨克（即 840 碼）作爲單位長度。凡一磅重之紗中含有 1 亨克長者曰 1 支紗，如紗長 2 亨克仍重一磅者，即謂 2 支紗，其餘類推。茲以算式示之：

$$\text{棉紗支數} = \frac{\text{長度(亨克)}}{\text{重量(磅)}} = \frac{\text{長度(碼)}}{\text{重量(磅)} \times 840} \dots\dots\dots (8)$$

$$= \frac{\text{長度(碼)}}{\frac{7000}{7000} \times 840} = \frac{\text{長度(碼)} \times 8 \frac{1}{3}}{\text{重量(格令)}} \dots\dots\dots (9)$$

$$= \frac{\text{長度(吋)} \times 8 \frac{1}{3}}{\text{重量(格令)}} = \frac{\text{長度(吋)} \times 0.2315}{\text{重量(格令)}} = \frac{\text{長度(吋)}}{\text{重量(格令)} \times 4.32}$$

註1. 在數字後加S，代表支數，例如 20s，即 20 支。

註2. 凡表示成紗之細度者曰支數，而表示半成品之細度者，則曰號數 (hank)，例如表示棉卷，棉條，粗紗等之細度，均曰號數。但 hank 一字與表示長度單位之亨克，同字而異義，學者須加注意。

計算英制棉紗支數時應用之重量及長度單位附錄於下：

重量單位

24 格令 (grain) = 1 片 (penny weight) (金衡制 dwt. troy)

18 片 $5 \frac{1}{2}$ 格令 = 437.5 格令 = 1 噸 (oz) (常衡制 Avoirdupois)

16 噸 = 7000 格令 = 1 磅 = 256 打蘭 (drams) (常衡制)

長度單位

$1 \frac{1}{2}$ 碼 = 54 吋 = 1 圈 (thread) 即棉紗框式測長機之圓周。

120 碼 = 4320 吋 = 80 圈 = 1 理 (lea) 或 1 束 (skein)

840 碼 = 30240 吋 = 560 圈 = 7 理 = 1 亨克 (hank)

例 17: 棉紗長 42000 碼，重 10 磅，求其支數。

〔解〕 支數 = $\frac{42000}{10 \times 840} = 5$ 支

例18: 某棉卷長5碼,重60噸,即26250格令,試求其號數。

〔解法1〕 用公式(9) 號數 = $\frac{5 \times 8 \frac{1}{3}}{26250} = 0.0015$ 號

〔解法2〕 因60噸棉卷長5碼,則1噸棉卷長 $\frac{5}{60}$ 碼,

16噸棉卷之長為 $\frac{5}{60} \times 16 = 1 \frac{1}{3}$ 碼

∴ 棉卷之號數 = $1 \frac{1}{3} \div 840 = \frac{4}{3 \times 840} = 0.0015$

試驗棉紗支數,常以1理長為標準,而所採取之紗,應自數紗管不同之各部抽出,稱其重量,如此所得之支數,較為正確。

例19: 以4個棉紗管,各繞紗1理,共重 $3 \frac{1}{4}$ 片,試求其支數。

〔解〕 $3 \frac{1}{4}$ 片 = $3 \frac{1}{4} \times 24 = 78$ 格令

此處用四紗管,共長 $4 \times 120 = 480$ 碼

故 $\frac{480 \times 8 \frac{1}{3}}{73} = 51.3$ 支

英制棉紗支數之計算法,已略如上述,至其他各種纖維之支數計算方法繁多,但亦可歸納為定重制,與定長制二種,以一定重量中所含單位長度之倍數,作為支數者曰定重制,如前述之棉紗支數是。今設L為單位長度,W為標準重量,C為定重制支數,並設紗之任意長度為A,A長時之重量為B,則在單位長L時之重量(x)為:

$$A : B = L : x \quad x = \frac{LB}{A}$$

$$\text{因支數}(C) = \frac{\text{標準重量}}{\text{單位長時之重量}} = \frac{W}{x} = \frac{W}{\frac{LB}{A}} = \frac{WA}{LB}$$

$$\text{而} \frac{W}{L} = \text{常數} = K \quad \therefore C = K \times \frac{A}{B} \dots\dots\dots(10)$$

如以一定長度之紗中,含有若干單位之重,以計算其支數者,曰定長制,例如表示絲之粗細時,係視其在450公尺定長中,有若干個0.05公分之重為標準,如長9000公尺重10公分時,即稱為10分或10但尼爾(denier),此種計算法,凡紗愈細,支數愈小,適與定重制相反,今設L₁為標準長度,W₁為單位重量,N為定長制支數,並設紗之任意長度為A₀,其重為B₀,則在標準長時之重量為x₁,即:

$$A_0 : B_0 = L_1 : x_1 \quad x_1 = \frac{B_0 L_1}{A_0}$$

$$\therefore \text{定長制支數}(N) = \frac{\text{標準長時之重量}}{\text{單位重量}} = \frac{x_1}{W_1} = \frac{B_0 L_1}{A_0 W_1}$$

$$\text{而 } \frac{L_1}{W_1} = \text{常數} = K_0 \quad \therefore N = K_0 \times \frac{B_0}{A_0} \dots\dots\dots(11)$$

關於各制支數之重量及長度單位，分別列表如次：

II. 定長式支數表

纖維種類	支數制別	單位重量W ₁		標準定長L ₁		支數常數	
		碼	公尺	碼	公尺	$K_0 = \frac{L_1}{W_1}$	$\frac{1}{K_0} = \frac{W_1}{L_1}$
紡毛紗	Halifax Rurel式	1打蘭	1.772	80	73.2	41.31	0.02421
	格令式	1格令	0.0648	5)	45.7	705.2	0.00142
	Aberdeen	1磅		14400			
生絲	但尼爾式(意大利制)		0.05	492.14	450	9000	0.000111
	但尼爾式(萬國式)		0.05		500	10000	0.000100
	但尼爾式(米耶式)		0.0511		476	9315	0.000107
	但尼爾式(智利式)		0.05335		476	8920.5	0.000112
	但尼爾式(法制舊式)		0.05313		476	8959.1	0.000113
	但尼爾式(法制新式)		0.05313		500	9410.7	0.000106
	打蘭式(dram)	1打蘭	1.772	1000	914.4	516	0.001938
盎司式	1磅	28.4	1000	914.4	32.2	0.03106	
人造絲	但尼爾式(萬國式)		0.05		450	9000	0.000111
	德國制		1		9000	9000	0.000111
亞麻紗(乾紡) 黃麻紗 大麻紗 靛麻紗(tow)	英式	1磅	453.6	14400	13167.4	29.028	0.03445

III. 定重式支數表

纖維種類	支數制別	單位長L		標準重量W		支數常數	
		碼	公尺	磅	公分	$(K = \frac{W}{L})$	$(\frac{1}{K} = \frac{L}{W})$
棉，紡絲	英制	840	768.1	1	453.6	0.591	1.692
	大陸式(法制)	1093.6	1000	1.102	500	0.500	2.000
	萬國制		1000		1000	1.000	1.000
亞麻紗(濕紡)	英制	300	274.3	1	453.6	1.654	0.605
	法制		1000		500	0.500	2.000

黃麻, 大麻(細)	英制	300	274.3	1	453.6	1.654	0.605
苧麻(Ramie)	英制	300	274.3	1	453.6	1.654	0.605
	德制		500		500	1	1
	萬國制		1000		1000	1	1
梳毛紗	英制	550	512.1	1	453.6	0.836	1.129
	萬國制		1000		1000	1	1
紡毛紗	yorkshire	255	234.1	1 磅	453.6	1.937	0.516
	萬國制		1000		1000	1	1
	galashiels	300	274.3	24 噸	680.4	2.48	0.403
	Hawick	300	274.3	26 噸	737.1	2.688	0.372
	西部英國式	320	292.6	1 磅	453.6	1.551	0.645
	割制(Cut)	300	274.3	1 磅	453.6	1.654	0.605
	綸制(Run)	100	91.4	1 噸	23.4	0.311	3.219
	dewsbury	1	0.914	1 噸	23.4	31.155	0.0322
	saxony		452.8		500	1.104	0.906
Alba	11520			24 磅			
Leeds & Huddersfield	1			1打蘭			
再製羊毛紗	萬國制		1000		1000	1	1
	英制	80	768.1	1 磅	453.6	0.591	1.671
(Vicuna wool)	德制		440		500	1.135	0.88
紙紗	萬國制		1000		1000	1	1
廢棉	英制	1 碼			1 噸		
棉毛混合紗	英制	840			1 磅		
生絲	盎司制	1000			1 噸		
Cashmere, Mohair 等羊毛紗, 及死毛紗	英制	500	512.1	1 磅	453.6	0.837	1.129

[4] 相當支數

凡將二種或二種以上不同制度之支數, 化爲同一之制度而得之支數, 即稱爲其相當支數(equivalent counts), 如15支英制棉紗, 即相當於梳毛紗22.5支, 其換算法可分作下列三項:

(A) 定重制支數間相互換算法:——

$$\text{根據公式(10): } C = K \times \frac{A}{B} \dots \dots \dots (10)$$

同理推得另一支數 $C' = K' \times \frac{A}{B}$ (10a)

化(10)(10a)兩式,得 $\frac{C}{C'} = \frac{K}{K'}$ 或 $C = \frac{K}{K'} \cdot C'$ (12)

例20: 15支之棉紗,在梳毛紗制上,應為若干支?

〔解1〕 應用公式12,並查定重制支數表中K及K'之值,即得

$$C = \frac{K}{K'} \cdot C' = \frac{0.886}{0.591} \times 15 = 22.5 \text{支}$$

〔解2〕 因15支棉紗重1磅時之長度=15×840=12600碼,則12600碼長之梳毛紗重1磅,其支數即為12600÷560=22.5支,由此可知由一種制度之支數,欲求相當於另一制度之支數時,可運用下式求出。

所求相當支數 = $\frac{\text{已知支數} \times \text{已知支數之單位長度}}{\text{所求支數之紗之單位長度}}$ (13)

(B) 定長制支數間相互換算法:—

根據公式(11), $N = K_0 \cdot \frac{B_0}{A_0}$ (11)

同理推得另一支數 $N' = K'_0 \cdot \frac{B_0}{A_0}$ (11a)

化(11)(11a)兩式,得 $\frac{N}{N'} = \frac{K_0}{K'_0}$ 或 $N = \frac{K_0}{K'_0} \cdot N'$ (14)

例21: 20打蘭之絲,相當於意大利制若干但尼爾?

〔解1〕 應用公式14,並查定長式支數表中K₀及K'₀之值,得

$$N = \frac{K_0}{K'_0} \cdot N' = \frac{9000}{516} \times 20 = 348.8 \text{但尼爾。}$$

〔解2〕 因20打蘭之絲在914.4公尺中重有20×1.772公分,則在長450公

尺中,應重 $\frac{1.772 \times 20 \times 450}{914.4}$ 公分,

$$\therefore \text{但尼爾數} = \frac{1.772 \times 20 \times 450}{914.4} \div 0.05 = 348.8 \text{但尼爾。}$$

(C) 定重制支數與定長制支數間相互換算法:—

因定重制支數 $C = K \frac{A}{B}$ (10)

定長制支數 $N = K_0 \cdot \frac{B_0}{A_0}$ (11)

化(10)及(11)兩式,得 $CN = KK_0 \cdot \frac{A}{B} \times \frac{B_0}{A_0}$

設 $B = B_0$, $A = A_0$, 則 $\frac{A}{B} \times \frac{B_0}{A_0} = 1$

即 $CN = KK_0$ 或 $C = \frac{KK_0}{N}$ (14)

例22: 意大利制 150 但尼爾之生絲, 相當於英制棉紗若干支?

(解1) 應用公式(14), $C = \frac{KK}{N} = \frac{0.591 \times 9000}{150} = 35.46$ 支

(解2) 因 1 公分 = 15.4323564 格令, 1 磅 = 453.592 公分

因 1 公尺 = 1.0936143 碼, 則 9000 公尺 = 9842.5287 碼,

即 1 但尼爾之生絲重 1 公分時之長度 = 9842.5287 碼)

或 x 但尼爾之生絲重 1 公分時之長度 = $\frac{9842.5287}{x}$ (碼)

則 x 但尼爾絲 1 磅時之長度(碼) = $\frac{9842.5287}{x} \times 453.592$

合棉紗支數 = $\frac{9842.5287 \times 453.592}{x} \div 840 = \frac{5314.87}{x} = \frac{5315}{x}$

\therefore 棉紗支數 = $\frac{5315}{\text{但尼爾數}}$ 或 但尼爾數 = $\frac{5315}{\text{棉紗支數}}$

故上題棉紗支數 = $5315 \div 150 = 35.433$ 支

關於各制支數間之換算, 可先求出各常數, 以便隨時換算, 茲列表如次, 以示大概。

IV. 支數換算常數表

常數 B項支數	A項支數						
	萬國制	英制棉紗	法制棉紗	英制麻紗	英制梳毛紗	紡毛紗 Y.K.S.	絲 (但尼爾)
萬國制	1	0.591	0.500	1.654	0.836	1.937	9000
英制棉紗	1.695	1	0.847	2.804	1.503	3.283	5310
法制棉紗	2	1.131	1	3.303	1.773	3.874	4500
英制麻紗	0.605	0.357	0.303	1	0.537	1.171	14886
英制梳毛紗	1.129	0.665	0.554	1.865	1	2.184	7983
紡毛紗 Y.K.S.	0.516	0.304	0.258	0.854	0.854	1	17433
絲 (但尼爾)	9000	5310	4500	14.886	7983	17433	1

上表應用方法: 換算時, 可查表上所欲換算之兩種制度(A項及B項)縱橫相交處所載之常數, 然後以此常數求其相當支數, 即 A項(未知)支數 = B項(已知)支數 × 常數, 或 B項(未知)支數 = A項(已知)支數 ÷ 常數。

例23: 法制棉紗10支, 相當於英制棉紗若干支?

(解) 英制支數(A項) = $10 \times 1.18 = 11.8$ 支

或英制支數(B項) = $10 \div 0.847 = 11.8$ 支

[5] 折合標準支數(即扯2支)

紡織產量之多寡，不能逕以產紗磅數多少為準，須視其支數如何以爲斷，60支紗之產量100磅，與20支紗之產量200磅相較，吾人不能謂60支紗之產量低，或竟可謂較之20支紗產量尤高，蓋60支紗之產量磅數，雖較20支紗爲少，但所紡支數甚細故也。是以欲真實比較其產量多寡起見，須先折合爲同一支數而後可，再者各廠因營業之競爭，以加重加長爲號召，遂致各廠紗包之重量及長度，分歧各異，如20支紗之規定重量，每小包由10磅增至10磅半，規定長度每小包由200亨克增至230亨克，故商標上所稱20支之紗，實際却爲19支，21支，或22支，因此產額多寡，成本之輕重，更屬漫無標準，而缺乏準確明顯之比較，故在科學管理之下，有折合標準支數之必要。但以何種支數作標準，則須視各種紗支配情形與環境而定，依目前中國紗廠而論，所紡紗支以20支紗爲大宗，其平均支數約爲20支左右，故咸用20支紗爲標準，以之折合計數，名之曰扯20支者，卽由此也。

以一磅重一亨克長之棉紗，曰1支，十亨克長者爲10支，其餘依次類推，是種曰規定支數，倘每小包長度較規定長度放長者，不管其實際上之長度及重量如何，而逕以此虛僞長度及每小包規定重10磅者計算所得之支數曰虛僞支數。商標上所載之支數，則曰商標支數。

按我國每包棉紗之長度及重量，大致規定如下：

1 大包 = 2 中包 = 40 小包。

1 小包 = 3 絞 1 絞 = 10 亨克。

1 大包之亨克數 = $40 \times x \times 10 = 400x$ 亨克

1 大包之重量 = 400 磅 = $400x$ 亨克之重量

1 小包之重量 = 10 磅 = $10x$ 亨克之重量

普通16支以上之紗，小包包裝之絞數等於支數，每絞爲10亨克，但股線及12支紗以下之小包包裝，其絞數等於支數之二倍，每絞爲5亨克，結果每小包之長度，兩者仍相等，卽

16支以上，

1 小包 = $x \times 10$ 亨克

12支以下，

1 小包 = $x \times 2 \times 5 = x \times 10$ 亨克

抗戰時，我國紗廠，紗包大多加重加長，加重者即增加單位長度間細紗格令重量（支數變低），加長者即增加包中亨克數，（支數不變），前者便於廠方，以其可增多出數，生活好做，後者適於購買者，故各廠多兼以二者並用，大包重量可加重至410~420磅，20支小包可加長至21至23絞或另加數小支者，因之紗包之實際支數，與其商標支數並不相符矣。例如商標上為10支之棉紗，照理每小包之重量為10磅，每小包長度為100亨克，唯為加重加長起見，多改作每小包重10.5磅，而長度方面，則每小包加至23絞，每絞5亨克，則表面之虛偽長度為115亨克，（如搖紗機上所用之利耳牙為78牙，則其實際長度為 $78 \times 7 \times 1 \frac{1}{2} \times 115 \div 840 = 112.1$ 亨克），故以虛偽之長度及規定重量計算，其虛偽支數為 $115 \div 10 = 11.5$ 支，但以真實之長度及重量計，則其實際支數為 $112.1 \div 10.5 = 10.67$ 支。

(A) 規定支數折合標準20支紗方法：——

商標支數	實際支數	每小包重量	每小包長度
10 ^S	10 ^S	10磅	100亨克
20 ^S	20 ^S	10磅	200亨克
32 ^S	32 ^S	10磅	320亨克
42 ^S	42 ^S	10磅	420亨克

(1) 規定支數折合標準20支紗，其折合方法，得以本身支數除以欲扯之支數，即得折合標準支數之重量乘數：

$$10^S: \quad \frac{10}{20} = 0.5, \quad 32^S: \quad \frac{32}{20} = 1.6$$

$$20^S: \quad \frac{20}{20} = 1.0, \quad 42^S: \quad \frac{42}{20} = 2.1$$

(2) 由上列各乘數，求各支紗每百磅折合規定20支紗之重量，其法以棉紗本身重量乘以折合乘數，即得：

$$10^S: \quad 100 \times 0.5 = 50 \text{磅} \quad 20^S: \quad 100 \times 1.0 = 100 \text{磅}$$

$$32^S: \quad 100 \times 1.6 = 160 \text{磅} \quad 42^S: \quad 100 \times 2.1 = 210 \text{磅}$$

(B) 虛偽支數折合標準20支紗方法：

商標支數	虛偽支數	每小包重量	每小包長度
10 ^s	11.5	10.5磅	115亨克
20 ^s	22.8	10.5磅	228亨克

32 ^s	34	10.5磅	340亨克
42 ^s	45	10.5磅	450亨克

上列各支紗因與規定支數不符，故須先計算實際支數，然後得以第一法(1)及(2)求各支紗折合規定20支紗之重量，茲一一演算如下：

(1) 折合實際支數

$$\begin{array}{ll}
 10^s: & \frac{115}{10.5} = 10.95 \text{支} \\
 20^s: & \frac{228}{10.5} = 21.714 \text{支} \\
 32^s: & \frac{340}{10.5} = 32.38 \text{支} \\
 42^s: & \frac{450}{10.5} = 42.86 \text{支}
 \end{array}$$

(2) 折合20支紗之乘數

$$\begin{array}{ll}
 10^s: & \frac{10.95}{20} = 0.5475 \\
 20^s: & \frac{21.714}{20} = 1.0857 \\
 32^s: & \frac{32.38}{20} = 1.619 \\
 42^s: & \frac{42.86}{20} = 2.143
 \end{array}$$

將各乘數，代入A法(2)，得各支棉紗每百磅折合標準20^s紗之重量如下：

$$\begin{array}{ll}
 10^s: & 100 \times 0.5475 = 54.75 \text{磅} \\
 20^s: & 100 \times 1.0857 = 108.57 \text{磅} \\
 32^s: & 100 \times 1.619 = 161.9 \text{磅} \\
 42^s: & 100 \times 2.143 = 214.3 \text{磅}
 \end{array}$$

(C) 逕以虛偽支數當作實際支數，折合標準20支紗重量之方法：——一般紗廠，因數字上之可觀，往往逕以虛偽支數當作實際支數計算，如上例B，20支紗即以22.8支(虛偽支數)折合，各支紗折合標準20支紗之虛偽乘數如下：

$$\begin{array}{ll}
 10^s: & \frac{11.5}{20} = 0.575 \\
 20^s: & \frac{22.8}{20} = 1.14 \\
 32^s: & \frac{34}{20} = 1.7 \\
 42^s: & \frac{45}{20} = 2.25
 \end{array}$$

代入A法(2)，得各支紗每100磅棉紗折合標準20支紗之虛偽重量如下：

$$\begin{array}{ll}
 10^s: & 100 \times 0.575 = 57.5 \text{磅} \\
 20^s: & 100 \times 1.14 = 114 \text{磅} \\
 32^s: & 100 \times 1.7 = 170 \text{磅} \\
 42^s: & 100 \times 2.25 = 225 \text{磅}
 \end{array}$$

此種折合，稍欠合理，但各支數同時扯高，故用為計數上之比較，亦未嘗不可，抗戰時期，內地紗荒，各廠為圖厚利計，羣將原來長度暗中逐漸減短，如搖紗每縷原為80根，減至76，74根，甚而減至72，70根者有之，是以實際長度及支數又有極大之變動，茲特列表如下：

表中各支紗折合標準20支紗之重量，虛偽與實際相差率之最巨者，竟達百分之十六七以上，但如情形相類似之紡廠，仍不失其比較上之價值也。

各項區別	商標 支數 利耳牙	10支						20支					
		70 ^T	72 ^T	74 ^T	76 ^T	78 ^T	80 ^T	70 ^T	72 ^T	74 ^T	76 ^T	78 ^T	80 ^T
每小包	虛偽長度 (亨克)	115	115	115	115	115	115	223	223	223	223	223	223
	實際長度	109.6	103.6	105.4	109.2	112.1	115	199.5	205.2	210.7	216.6	222.3	228
	虛偽支數	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
	實際支數	9.58	9.85	10.13	10.4	10.66	10.95	19	19.54	20.00	20.63	21.17	21.72
折合 20支	虛偽乘數	.575	.575	.575	.575	.575	.575	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
	實際乘數	.476	.493	.505	.52	.533	.5475	.95	.977	1.004	1.032	1.059	1.085
每磅 20支	虛偽重量 (磅)	.575	.575	.575	.575	.575	.575	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
	實際重量	.475	.493	.506	.52	.533	.5475	.95	.977	1.004	1.032	1.059	1.085
	實際虛偽相差率	17.2%	14.3%	12%	9.6%	7.3%	4.8%	16.7%	14.3%	11.9%	9.5%	7.1%	5.6%

例24: 某廠一月份產40^S棉紗1000磅, 32^S為1200磅, 10^S為2000磅, 求折合20^S之總共磅數。

$$\begin{aligned}
 \text{〔解〕} \quad & 40 \times 1000 = 40000 \\
 & 32 \times 1200 = 38400 \\
 & 10 \times 2000 = 20000 \\
 & \hline
 & 98400
 \end{aligned}$$

$$98400 \div 20 = 4920 \text{ (折合20支之磅數)}$$

例25: 某廠一月份各支紗之錠扯, 40^S為0.45, 30^S為0.64, 10^S為1.80, 求折合20^S之錠扯。(錠扯即每錠產量磅數之意)

$$\begin{aligned}
 \text{〔解〕} \quad & 40 \times 0.45 = 18.00 \\
 & 30 \times 0.64 = 19.20 \\
 & 10 \times 1.80 = 18.00 \\
 & \hline
 & 55.20
 \end{aligned}$$

$$(55.20 \div 20) \div 3 \text{ (三種支數)} = 0.92 \text{ (折合20^S之錠扯)}。$$

事實上因紡細支紗與粗支紗之前羅拉速度, 並不相同, 故產量與支數不能絕對成比例, 因之前述折合方法, 並不合理, 應根據各支細紗之平均產量, 算出各支支與所折合標準支數之關係後而折合之, 較為合理, 茲設各支紗每錠20小時產量如下:

支數	6	10	16	20	21	23	32	40	42	60	80
每錠20小時產量(磅)	3.00	1.70	1.20	1.00	0.90	0.83	0.56	0.40	0.33	0.21	0.11

例26: 設20支棉紗10件, 折合32^S棉紗若干件?

〔解〕 照上表, 因20^S棉紗生產1磅, 32^S棉紗僅生產0.56磅。

$$\text{故折合32支棉紗} = 10 \times \frac{0.56}{1.00} = 5.6 \text{ 件}$$

例27: 設32支棉紗10件, 如折合20支棉紗, 應為若干件?

〔解〕 $10 \times \frac{1.00}{0.56} = 17.86 \text{ 件}$

[6] 平均支數

欲求各種紗支之平均支數, 可以各種支數自乘其產額磅數, 而以總磅數除之。亦有根據錠數計算者, 但以產量與支數不能絕對成比例, 故二者所得結果不同也。

例28: 某廠紡30^S支紗2500磅, 20^S支紗3000磅, 16^S支紗5600磅, 10^S支紗2000磅, 問平均支數為若干?

〔解〕

$$\begin{array}{r} 30 \times 2500 = 75,000 \\ 20 \times 3000 = 60,000 \\ 16 \times 5600 = 89,600 \\ 10 \times 2000 = 20,000 \\ \hline 13,100 = 244,600 \quad (+) \end{array}$$

$$244,600 \div 13,100 = 18.67^S (\text{平均支數})$$

設某廠製造數種或數十種以上之紗支而須每日夜或一月間計算其平均支數, 如照上法依次求之, 必感麻煩, 且費時費力, 亦易發生錯誤, 故多將各種支數之磅數, 化為包數後, 再照前法, 以支數乘包數, 而以總包數除之, 然此種亦覺其繁複, 不適於用, 故廠家常將各種支數之紗, 折合為某一種標準支數, 以便逐日或逐月比較, 較為便捷, 其法如下:

設某廠一日之出數, 略如下表所示(每包設重420磅)

支 數	磅 數	包 數	合 16 支 包 數
6	1338	3.185	$\frac{6}{15} \times 3.185 = 1.194$
12	1352	3.219	$\frac{12}{15} \times 3.219 = 2.413$
20	787	1.874	$\frac{20}{15} \times 1.874 = 2.342$
20/2	2470	5.881	$\frac{20}{15} \times 5.881 = 7.351$
10/3	667	1.588	$\frac{10}{15} \times 1.588 = 0.992$
42/2	3227	7.683	$\frac{42}{15} \times 7.683 = 20.163$
40	918	2.185	$\frac{40}{15} \times 2.185 = 5.462$
$\frac{1}{2}$	916	2.182	$2 \times \frac{1}{15} \times 2.182 = 0.068$
18	4682	11.147	$\frac{18}{15} \times 11.147 = 12.540$
23	2180	5.190	$\frac{23}{15} \times 5.19 = 7.460$
總 計	18537	44.134	59.990

以支數乘磅數，而以總磅數除之，或以支數乘包數而以總包數除之，得：

$6 \times 1338 = 8028$	$6 \times 3.185 = 19.11$
$12 \times 1352 = 16224$	$12 \times 3.219 = 38.628$
$20 \times 787 = 15740$	$20 \times 1.874 = 37.48$
$20 \times 2470 = 49400$	$20 \times 5.881 = 117.62$
$10 \times 667 = 6670$	$10 \times 1.588 = 15.88$
$42 \times 3227 = 135534$	$42 \times 7.683 = 322.686$
$40 \times 918 = 36720$	$40 \times 2.185 = 87.400$
$\frac{1}{2} \times 916 = 458$	$\frac{1}{2} \times 2.182 = 1.091$
$18 \times 4682 = 84276$	$18 \times 11.147 = 200.646$
$23 \times 2180 = 50140$	$23 \times 5.19 = 119.370$
總計 $18537 = 403190$	總計 $44.134 = 959.911$

(1) $403190 \div 18537 = 21.75$ (平均支數)

或 (2) $959.911 \div 44.134 = 21.7499$ (平均支數)

此二者所得之結果，均相差無幾，然終覺繁複，不適用於用，故利用折合之支數求之，即將折合支數之總包數，除以各支數總包數，然後乘以折合標準支數即得，如定標準為16支者，即以16支乘之，如下式所示：

$$\frac{59.99}{44.134} \times 16 = 21.74^s (\text{平均支數})$$

[7] 含水量與紗支之關係

棉紗因所含水量不同，其重量當有差異，故支數隨之而異；因支數與重量成反比也。

例29：回潮率為9%時之40支棉紗，求回潮率為7%時之支數，

〔解〕 設乾燥棉紗重100磅，則回潮率9%時之重為109磅，回潮率7%時之重為107磅。

$$(100+9) : (100+7) = x : 40$$

$$x = \frac{109 \times 40}{107} = 40.75 \text{ 支}$$

由上例可知，支數之決定，應以乾燥重量為標準，國際公定回潮率為8.5%，亦即含水率為7.83%，根據此標準，可算出各支紗之乾燥重量。例如10支棉紗每120碼之重量，應為 $\frac{120 \times 7000}{840 \times 10} = 100$ 格令，因規定含水量為7.83%，則其乾燥重量當為 $100(1-7.83\%) = 92.17$ 格令。其他各支紗之乾燥重量，依同理求得如次：

支 數	10 ^s	16 ^s	20 ^s	32 ^s	42 ^s	60 ^s
120碼乾燥重量(格令)	92.17	57.60	46.08	23.80	21.94	15.36

又因由精紡機紡出之細紗，須再經過後部工程，其長度及重量又有改變，因之支數發生差異，故此項差異在精紡時應加預計，倘欲使成紗確為20支，則剛自細紗機前羅拉紡出時之支數，應較20支稍細方可，否則紗紡出後，因加熱作用，長度縮短，致成紗變粗也。故欲得一確為20支之細紗，須將摻縮預計在內，茲設摻縮3%，則剛自細紗機前羅拉吐出之支數，應為：

$$\frac{\text{細紗支數}}{1-\text{摻縮}\%} = \frac{20}{1-3\%} = \frac{20}{0.97} = 20.62^s$$

至於後部工程之伸縮率，由實際試驗結果，大致如下：

工程種類	差別	粗支	中支	細支
單紗——搖紗	伸長	0.5~0.7%	0.6~0.8%	0.2~0.4%
雙股 搖紗	伸長	0.2%	0.2%	0.1%
雙股 併筒	伸長	0.23%	0.23%	0.27%
雙股 捻線	伸長	1.0~1.5%	1.5~2.5%	2.3~3.0%
雙股 燒毛	減輕			3~4%

上表係指一般情形而言，倘撈度情形不同，則紡出格令當依伸縮率算之：

例如10支細紗經搖紗工程時伸度為0.7%，則：

$$\text{紡出支數} = \frac{\text{規定支數}}{1 + \text{伸率}\%} = \frac{10}{1 + 0.7\%} = 9.93 \text{支}$$

$$\text{紡出乾燥格令} = \text{規定無水格令}(1 + \text{伸率}) = 92.17(1 + 0.7\%) = 92.82$$

因精紡工程時之含水量以6.5%為最宜，故

$$\text{紡出含水格令} = \frac{\text{紡出乾燥格令}}{1 - \text{含水率}\%} = \frac{92.82}{1 - 6.5\%} = 99.27$$

[8] 支數差異率

為試驗紗支之均勻程度起見，常取同種紗支，搖取10~20次，如用萬國制支數，每次搖取為100公尺，稱其重量各為若干公分，視其重量之差異程度如何，亦即其紗支之差異率也。

例30：茲取7支紡毛紗稱十次之重量為：15，16，14，17，15.5，14.5，15，16.5，14.5，14公分，試求其『本身差異率』及『平均重量對標準重量差異率』。

$$\text{〔解〕 總平均} = \frac{15 + 16 + 14 + 17 + 15.5 + 14.5 + 15 + 16.5 + 14.5 + 14}{10} = 15.2$$

大於總平均之各數平均，稱以上平均，小於總平均之各數平均，稱以下平均。

$$\text{以上平均} = \frac{16 + 17 + 15.5 + 16.5}{4} = 16.25$$

$$\text{以下平均} = \frac{15 + 14 + 14.5 + 15 + 14.5 + 14}{6} = 14.5$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{本身差異率} &= \frac{\text{以上平均} - \text{以下平均}}{\text{總平均數}} \times 100 \\ &= \frac{16.25 - 14.5}{15.2} \times 100 = 11.5\% \end{aligned}$$

按 7 支紗 100 公尺之標準重量 = $\frac{100}{7} = 14.3$ 公分，

$$\begin{aligned} \therefore \text{平均重量對標準重量差異率} &= \frac{\text{平均重量} - \text{標準重量}}{\text{標準重量}} \times 100 \\ &= \frac{15.2 - 14.3}{14.3} \times 100 = 6.3\% \end{aligned}$$

〔註〕 (1) 上項平均重量及標準重量，如均化至乾燥重量計算，更為正確。

(2) 如採用英制支數，即以每 120 碼長之重量格令數作為標準重量。

[9] 股線支數

將數根單紗捻合為一根之線，名曰股線(Ply yarn, folded or twisted yarn) 凡以兩根單紗捻成者，曰雙股線，三根捻成者曰三股線，其餘依此類推。

股線之支數計算法與單紗相同，唯為表示與單紗有別起見，另名其支數為結果支數(Resultant Counts)。

股線支數之表示法，亦因情形而異，例如以 20 支單棉紗二根合之股線支數，可照下法表示之：

(a) 英美式： $2/20^S = \text{單紗根數}/\text{單紗支數}$

(b) 日本式： $20^S/2 = \text{單紗支數}/\text{單紗根數}$

但如表示紡絲之股線時，則與上法不同，斜線前方之支數係併合後之結果支數，並非為單紗支數，例如以 120 支單紗(紡絲)兩根捻成之股線，其股線支數，應照下式表示：

$$60^S/2 = \text{結果支數}/\text{單紗根數}$$

股線之種類甚多，或因捻合之纖維種類同否而異，或因捻合時之長度同否而異，或因所捻合之單紗支數同否而異，以其捻合之方法，既有不同，則其結果支數之計算法，自當隨之而異，爰分別例示如次：

例 31：將 20 支單棉紗 2 根，捻成雙股線，摺縮為 5%，求其結果支數。

〔解〕 此種股線，因其捻合之原料，長度及支數，均屬相同，故算其結果支數，至為簡便，因 20 支單紗每磅長 20 亨克，則以同長度之單紗兩根併時，其結果長度，勢必仍為 20 亨克，(實際上，摺合時當稍有摺縮，唯以其數目太小，通常均略去不計，例中之摺縮為 5%，故其結果長度為 19 亨克)。而總共重量，

合為2磅，此種長19亨克，重2磅之棉股線，其支數當作單紗計算時，當為
 $19 \div 2 = 9.5$ 支也。如排作下列簡式，更易醒目。

$$\begin{array}{r} 20 \text{ 亨克} \quad \div 20 \text{ 支} = 1 \text{ 磅} \\ 20 \text{ 亨克} \quad \div 20 \text{ 支} = 1 \text{ 磅} \\ \hline 20 \times 95\% = 19 \text{ 亨克} \quad 2 \text{ 磅} \\ \text{(結果長度)} \quad \text{(結果重量)} \end{array}$$

$$\therefore \text{結果支數} = \frac{20 \times 95\%}{2} = 9.5 \text{ 支。}$$

故計算定重制之結果支數，以應用下式為便：

設 R = 結果支數， C = 定重制單紗支數， $S\%$ = 摻合時紗之縮率，則

$$\text{定重制} \begin{cases} \text{(a) 不計摻縮時} & R = \frac{1}{\frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \dots} = \frac{C}{2 + \dots} = \frac{C}{\text{摻合根數}} \\ \text{(b) 計算摻縮時} & R = \frac{C}{\text{摻合根數}} \times (1 - S\%) \dots \dots (15) \end{cases}$$

例32：以60但尼爾之絲兩根相摻合，求其結果支數。

〔解〕 此係定長制支數，因60但尼爾人造絲係長9000公尺時之重為50公分，則此種絲兩根時之重量必為120公分，而其摻合後之結果長度，設無摻縮，當仍為9000公尺，故其結果支數當為 $60 \times 2 = 120$ 但尼爾也。

設 R_1 = 結果支數， N = 定長制單紗支數， S = 摻縮%，則

$$\begin{array}{ll} \text{(a) 不計摻縮時} & R_1 = N \times \text{併合根數} \\ \text{(b) 計算摻縮時} & R_1 = N \times \text{併合根數} \times \left(\frac{1}{1 - S\%} \right) \dots \dots (16) \end{array}$$

例33：以40支棉紗及20支棉紗各一根，相摻為股線，求其結果支數。

〔解〕 因兩者均係棉紗，同以840碼為單位長度，唯支數不同，即40支者長840碼時重為 $\frac{1}{40}$ 磅，而20支者長840碼時重為 $\frac{1}{20}$ 磅，則此二者摻合後所成之

股線，840碼長時之重量必為 $\frac{1}{40} + \frac{1}{20} = \frac{3}{40}$ 磅，故股線之結果支數必為：

$$\frac{840}{\frac{3}{40} \times 840} = 13.33 \text{ 支。}$$

為易於明瞭起見，故上式係逐步演解，以求其結果支數，但為簡便計，得運用下列公式計算之，即

$$\text{結果支數} = \frac{\text{兩單紗支數之乘積}}{\text{兩單紗支數之和}} \dots \dots (17)$$

將上例中之數值代入，即得結果支數 $= \frac{40 \times 20}{40+20} = 13.33$ 支。

上述公式之來源，可證明如次：設以 A 及 B 表示兩種不同之支數，因兩者係以同長度相摺合，假定在摺合時並無縮，則股線長度必與單紗長度相等，但其重量則為兩單紗重量之和，例如 40 支與 20 支單紗相摺時，40 支棉紗長 40 亨克時重為 1 磅，20 支棉紗長 40 亨克時重為 2 磅，故 40 亨克長之股線重為 $1+2=3$ 磅，即其結果支數 $= \frac{40}{3} = 13.33$ 支（例中長度所以採用 40 亨克者，實為便利計算起見耳，其實任何數目均可，唯通常均以所摺合之單紗中之最高支數，當作股線長度亨克數，較為簡便）。茲再列算式如下：

$$\begin{array}{r}
 40 \text{ 亨克} + 40 \text{ 支} = 1 \text{ 磅} \dots\dots\dots A + A = \frac{A}{A} \\
 40 \text{ 亨克} + 20 \text{ 支} = 2 \text{ 磅} \dots\dots\dots A + B = \frac{A}{B} \\
 \hline
 40 \text{ 亨克} \qquad 3 \text{ 磅} \qquad \qquad \qquad A \qquad \frac{A}{A} + \frac{A}{B} = \frac{B+A}{B} \\
 \text{(股線長度)} \quad \text{(股線重量)} \qquad \qquad \text{(股線長度)} \quad \text{(股線重量)} \\
 \therefore \text{結果支數} = \frac{40}{3} = 13.33 \text{ 支} \qquad \qquad \therefore \text{結果支數} = \frac{A}{B+A} = \frac{AB}{A+B}
 \end{array}$$

如有三股線係由三種不同支數之單紗相摺而成者，則其結果支數，亦可同樣求得，即先求兩種單紗摺成雙股線之結果支數，再由此結果支數與另一單紗支數，求其摺合後之支數，其答數即為該三股線之結果支數。唯此種解法，究屬太繁，為簡更計，得化作下列公式計算之，(式中之 A, B 及 C, 代表三種不同之支數) 即

$$\text{結果支數} = \frac{ABC}{AB+BC+CA}$$

上式中並未計算摺縮，且單紗支數均係定重制，如有 S% 之摺縮時，則

$$\text{結果支數 (R)} = \frac{ABC}{AB+BC+CA} (1-S\%) \dots\dots\dots (18)$$

倘單紗支數採用定長制者，則其結果支數 $(R_1) = (A+B) \times \frac{1}{1-S\%}$

例 34: 以 24 支，36 支，及 72 支棉紗各一根，互相摺合，求其結果支數。

〔解 1〕 $\frac{24 \times 36}{24+36} = 14.4$ 支 結果支數 $= \frac{14.4 \times 72}{14.4+72} = 12$ 支。

〔解 2〕 代入公式，結果支數 $= \frac{24 \times 36 \times 72}{24 \times 36 + 36 \times 72 + 72 \times 24} = 12$ 支。

例 35: 56 支棉紗與 42 支棉紗，摺為雙股線時，有 $\frac{1}{16}$ 之收縮，求其結果支數。

$$\text{〔解〕 } 56 \text{ 亨克} \quad + 56 \text{ 支} = 1 \text{ 磅}$$

$$56 \text{ 亨克} \quad + 42 \text{ 支} = 1 \frac{1}{3} \text{ 磅}$$

$$56 \left(1 - \frac{1}{16}\right) = 52 \frac{1}{2} \text{ 亨克} \quad 2 \frac{1}{3} \text{ 磅}$$

(股線長度) (股線重量)

$$\therefore \text{結果支數} = 52 \frac{1}{2} \div 2 \frac{1}{3} = 22.5 \text{ 支。}$$

如股線所組成之單紗，支數既不同，而各支紗之根數亦異者，其結果支數，可照下法計算。

例36: 80支棉紗4根及60支棉紗3根，互相摺合，求該股線之結果支數。

$$\text{〔解〕 } 80 \text{ 亨克} \div 80 \text{ 支} = 1 \text{ 磅} \quad 1 \times 4 \text{ (根)} = 4 \text{ 磅}$$

$$80 \text{ 亨克} \div 60 \text{ 支} = 1 \frac{1}{3} \text{ 磅} \quad 1 \frac{1}{3} \times 3 \text{ (根)} = 4 \text{ 磅}$$

$$80 \text{ 亨克} \quad \quad \quad 8 \text{ 磅}$$

$$\therefore \text{結果支數} = 80 \div 8 = 10 \text{ 支}$$

例37: 36支棉紗與48支梳毛紗，摺為雙股線，求其結果支數。

〔解〕 此種股線，為異種纖維所組成，欲求其結果支數，應先將各單紗之支數，化為同一制度時之相當支數，而後依照前述方法，同樣計算之。

(a) 如以棉紗制為標準，則應先求48支梳毛紗相當於棉紗若干支，即：

$$\frac{48 \times 560}{840} = 32 \text{ 支}$$

$$\text{故股線之結果支數(棉紗制)} = \frac{32 \times 36}{32 + 36} = 16.94 \text{ 支}$$

(b) 如以梳毛紗制為標準，則應先求36支棉紗相當於梳毛紗若干支，即

$$\frac{36 \times 840}{560} = 54 \text{ 支，}$$

$$\text{故股線之結果支數(梳毛紗制)} = \frac{54 \times 48}{54 + 48} = 25.41 \text{ 支。}$$

如已知棉紗制之股線支數，可不必如此求其梳毛紗制之結果支數，蓋直接根據棉紗制之支數求其相當支數可也，例如求得棉紗制之股線支數為16.94支，則其梳毛紗制之股線支數，必為： $\frac{16.94 \times 840}{560} = 25.41 \text{ 支}$ ，與上列答數完全相符也。

例38: 今有一長10吋之螺旋花線(spiral yarn)，係以長10吋之20/2^s棉線為基線(base thread)，長13吋之5^s棉紗為錐線(effect thread)所摺成，試求該花線

之結果支數。

〔解〕 例中兩單紗之長度不同，因撚合成股線時，以基線為軸，而以飾線環繞於基線之周圍，故股線之結果長度，與基線之長度相似。實際上，撚合時有相當縮率，股線長度應較基線長度稍短，唯此處未將撚縮計入，故與基線長度相同。茲以最高支數，作為計算長度之標準，較為便利。

$$10 \times 10 \text{ 亨克} \div 10 \text{ 支} = 10 \text{ 磅}$$

$$13 \times 10 \text{ 亨克} \div 5 \text{ 支} = 26 \text{ 磅}$$

$$\frac{10 \times 10 \text{ 亨克}}{36 \text{ 磅}}$$

(股線長度) (股線重量)

$$\text{故結果支數} = 10 \times 10 \text{ 亨克} \div 36 \text{ 磅} = 2.77 \text{ 支}$$

上例亦可化得一簡單之公式如下，茲設 l = 股線長度， A = 定重制最高支數， B = 較低支數， l_A = A 支單紗之長， l_B = B 支單紗之長，結果支數 = R 。

$$\therefore l_A \div A = \frac{l_A}{A}$$

$$l_B \div B = \frac{l_B}{B}$$

$$l \left(\frac{l_A}{A} + \frac{l_B}{B} \right) = \frac{l_{AB} + l_{BA}}{BA}$$

(結果長度) (結果重量)

$$\therefore R = \frac{l}{\frac{l_{AB} + l_{BA}}{AB}} = \frac{l_{AB}}{l_{AB} + l_{BA}} \dots\dots\dots(19)$$

上例中未將撚縮加入計算，故以 l_B 當作股線長度，即 $l = l_B$ 故代入式中得

$$R = \frac{10 \times 10 \times 5}{10 \times 5 + 13 \times 10} = 2.77 \text{ 支。}$$

例39：某花線以 $2/24^S$ 棉紗為基線， 12^S 棉紗為飾線，並以 24^S 棉紗為繞線 (binding thread)，繞緊之，飾線之長與基線或繞線長度之比为 $2:1$ ，求此花線之結果支數。

〔解〕 因基線 1 亨克 $2/24^S$ 棉紗重 = $\frac{2}{24} = \frac{1}{12}$ 磅

繞線 1 亨克 24^S 棉紗重 = $\frac{1}{24}$ 磅

飾線 2×1 亨克 12^S 棉紗重 = $\frac{1}{12} \times 2 = \frac{1}{6}$ 磅

$$\text{故 1 亨克花線之重} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} + \frac{1}{6} = \frac{7}{24} \text{ 磅}$$

$$\therefore \text{花線結果支數} = \frac{24}{7} = 3.43 \text{ 支}$$

例40: 設有一花線,係用20支梳毛紗及10支棉紗組成,但每10吋長之花線,須用20支梳毛紗12吋,及10支棉紗11吋,試以梳毛紗為標準,求該花線之結果支數。

〔解〕 先將各種單位之單紗支數,化為同種類之單紗支數,再依上述方法計算之。

$$10 \text{ 支棉紗相當於梳毛紗之支數} = \frac{10 \times 840}{560} = 15 \text{ 支}$$

$$12 \times 20 \text{ 亨克} \div 20 \text{ 支} = 12 \text{ 磅}$$

$$11 \times 20 \text{ 亨克} \div 15 \text{ 支} = 14.66 \text{ 磅}$$

$$10 \times 20 \text{ 亨克} \quad 26.66 \text{ 磅}$$

(股線長度) (股線重量)

$$\therefore \text{結果支數} = (10 \times 20) \text{ 亨克} \div 26.66 \text{ 磅} = 7.5 \text{ 支。}$$

例41: 問30支之雙股棉線,係由50支與何支之單紗摺合而成者?

〔解〕 此種已知股線之結果支數及其所組成之一種單紗支數,可求出另一

單紗之支數,因在定重制上,結果支數 $(R) = \frac{AB}{A+B}$ 則 $AB = RA + RB$,

$$\text{或 } AB - RA = RB \quad \therefore A = \frac{RB}{B-R}$$

$$\therefore \text{單紗支數} = \frac{\text{結果支數與單紗支數之乘積}}{\text{結果支數與單紗支數之差}} \dots\dots\dots (20)$$

$$\therefore \text{單紗支數} = \frac{30 \times 50}{50 - 30} = 75 \text{ 支。}$$

如某股線係以A, B, C三種支數之單紗併合而成,倘已知A, B及股線支數R,欲求C時,可以下法得之:

$$\therefore R = \frac{ABC}{AB+BC+CA}$$

$$\text{即 } R (AB+BC+CA) = ABC$$

$$RAB = ABC - R (BC+CA) = C \{ AB - R (B+A) \}$$

$$\therefore C = \frac{RAB}{AB - R(B+A)} \dots\dots\dots (21)$$

例42: 已知12) 但尼爾之人造絲,係由50但尼爾與另一單絲摺成,求另一單絲之但尼爾。

〔解〕 此爲定長制 因 $R_1 = A + B$, 則 $B = R_1 - A$.

故單絲但尼爾數 $= 120 - 50 = 70$

[10] 股線之重量及價值

A. 已知股線之重量及其所組成各單紗之支數, 求各單紗之重量:——欲求單紗之重量, 可先求各單紗撙合後之結果支數, 再根據結果支數以比例法, 求出單紗之重量。即 單紗支數: 股線支數 = 股線重量: 該單紗重量。

設A及B爲單紗支數, W爲股線重量, a爲A支單紗重量, b爲B支單紗重量, 則

$$A: \frac{AB}{A+B} = W : a \quad \therefore a = \frac{AB \times W}{A+B} \times \frac{1}{A} = \frac{WB}{A+B}$$

$$B: \frac{AB}{A+B} = W : b \quad \therefore b = \frac{AB \times W}{A+B} \times \frac{1}{B} = \frac{WA}{A+B}$$

a與b之關係, 可得如下:

$$a : b = \frac{WB}{A+B} : \frac{WA}{A+B}$$

$$\therefore a = b \times \frac{WB}{A+B} \times \frac{A+B}{WA} = b \times \frac{B}{A}$$

$$b = a \times \frac{WA}{A+B} \times \frac{A+B}{WB} = a \times \frac{A}{B}$$

以上爲定重制, 倘爲定長制時, 因 $R = A + B + C$

則A支單紗重量 $= W_1 = WA \div (A + B + C)$

B支單紗重量 $= W_2 = WB \div (A + B + C)$

C支單紗重量 $= W_3 = WC \div (A + B + C)$

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

例43a: 以80支及20支之單棉紗各一根撙合而成之股線, 重爲100磅, 試求各單紗之重量。

〔解〕 $a = \frac{WB}{A+B} = \frac{100 \times 80}{32+80} = 71.44$ 磅(32支單紗之重量)

$$b = \frac{WA}{A+B} = \frac{100 \times 20}{32+80} = 23.57$$
 磅(80支單紗之重量)。

B. 股線之價值——已知單紗之支數及其價格, 欲求股線每磅之價格時, 可將各單紗之重量乘其價格, 將所得之積相加, 而以總重除之, 其商數即爲股線每磅之價格。

因A支單紗重量 $= a = \frac{WB}{A+B}$ 及 B支單紗重量 $= b = \frac{WA}{A+B}$

設A支單紗每磅價格為x, B支單紗每磅價格為y, 則

$$\text{股線每磅價格} = \frac{ax+by}{W} = \frac{\left(\frac{WB}{A+B}\right) \times x + \left(\frac{WA}{A+B}\right) \times y}{W} = \frac{Bx+Ay}{A+B}$$

∴ 股線每磅之價格

$$= \frac{(\text{最高支數} \times \text{最低支數之價格}) + (\text{最低支數} \times \text{最高支數之價格})}{\text{支數之和}}$$

例43b: 設80支單紗每磅價值72分, 32支單紗每磅價值48分, 其餘均同例43a, 求此股線每磅之價值。

$$\text{〔解〕 } 71.44(32\text{支}) \times 48 = 34.29\text{元}$$

$$28.57(80\text{支}) \times 72 = 20.57\text{元}$$

$$\text{股線之總共價值} = 34.29 + 20.57 = 54.86\text{元。}$$

$$54.86 \div 100 = 54.86\text{分(每磅股線之價格)。}$$

例44: 32支紗每磅價42分, 16支紗每磅價18分, 由此二者摺合而成之股線, 其每磅價格若何?

$$\text{〔解〕 每磅價格} = \frac{32 \times 0.18 + 16 \times 0.42}{32 + 16} = \frac{5.76 + 6.72}{48} = 26\text{分。}$$

例45: 以每磅2元之12支梳毛紗, 每磅1元之30支棉紗, 每磅1.5元之24割紡毛紗(galashiels)各1根, 摺為三股線, 求其結果支數及股線之價格。倘股線重40磅時, 所含各紗之重量若何? 但股線長60吋時, 其所組成之梳毛紗長112吋, 紡毛紗長68吋, 棉紗長63吋, 摺合所費工資為每磅0.17元,

$$\text{〔解〕 } 12\text{支梳毛紗相當於紡毛紗(galashiels)} = \frac{560 \times 12}{200} = 33.6\text{割}$$

$$30\text{支棉紗相當於紡毛紗(galashiels)} = \frac{30 \times 84}{200} = 12.6\text{割}$$

$$63(\text{併合時單棉紗之長}) + 12.6 = \frac{1}{2}\text{磅}$$

$$\therefore \frac{1}{2} \times 1\text{元} = \frac{1}{2}\text{元}$$

$$112(\text{梳毛紗之長}) \div 33.6 = 3\frac{1}{3}\text{磅。}$$

$$3\frac{1}{3} \times 2 = \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3}\text{元。}$$

$$68(\text{紡毛紗之長}) \div 24 = 2\frac{5}{6}\text{磅。}$$

$$2\frac{5}{6} \times 1\frac{1}{2} = \frac{51}{12}\text{元}$$

故60亨克之股線重量 = $\frac{1}{2} + 3\frac{1}{3} + 2\frac{5}{6} = 6\frac{2}{3}$ 磅,

$$* \text{其價格} = \frac{1}{2} + 6\frac{2}{3} + \frac{51}{12} = \frac{137}{12} = 11\frac{5}{12} \text{元}$$

$\therefore 60 \div 6\frac{2}{3} = 9$ 割(股線支數 galashiels 制)

$$\frac{137}{12} \div 6\frac{2}{3} = 1.7125 \text{元(每磅價格)}$$

再加撚合工資,每磅0.17元,則每磅共費 $1.7125 + 0.17 = 1.8825$ 元。

各單紗之重量,可計算如下:

$$6\frac{2}{3} : \frac{1}{2} = 40 : x_1 \quad x_1(\text{棉紗}) = 3 \text{磅}$$

$$6\frac{2}{3} : 3\frac{1}{3} = 40 : x_2 \quad x_2(\text{梳毛紗}) = 20 \text{磅}$$

$$6\frac{2}{3} : 2\frac{5}{6} = 40 : x_3 \quad x_3(\text{紡毛紗}) = 17 \text{磅}$$

以上爲定重制,倘爲定長制時,設ABC各支之價格爲X,Y及Z,則該股線之價格爲 $(AX + BY + CZ) \div (A + B + C)$ 。

[11]平方及平方根

欲得某數之平方,逕以某數自乘即可,如 $12^2 = 12 \times 12 = 144$, 倘甲數之平方爲乙數,則甲數爲乙數之平方根,如 $7^2 = 49$, $\sqrt{49} = 7$, 開平方根之方法,根據 $(A+B)^2 = A^2 + 2AB + B^2 = A^2 + B(2A+B)$ 之理而得,茲舉例說明之:

例46: 求3,640,464之平方根

〔解〕 開平方時,先從一數之一位起,向左每兩位分爲一部,其分得之部數,即等於其平方根之位數。

3	64	04	64	1908 答
1				$= 1^2$
$2 \times 10 + 9 = 29$	2	64		$(264 \div 20 = 13 \dots \dots \text{因} 13 \text{ 太大, 改} 9)$
	2	61		$= 29 \times 9$
$2 \times 190 = 380$	3	04		$(304 \div 380 = 1 \text{ 因比} 1 \text{ 小, 故商爲} 0)$
$2 \times 1900 + 8 = 3808$	3	04	64	$(30464 \div 3800 = 8^+)$
	3	04	64	$= 3808 \times 8$
				0

$$\therefore \sqrt{3640464} = 1908$$

原棉經過各工程後，即逐漸由廣闊之棉捲，而棉條，而粗紗，以至細紗，其斷面除清花棉捲呈平面形外，其餘均似圓形，故紗之粗細，可以其切斷面積區別之。

例47：設有兩圓，一者直徑為2吋，另一者為4吋，則4吋者之面積較2吋者大若干倍？

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 } \because \text{圓之面積} &= \pi \times \text{半徑}^2 = \pi \times (\text{直徑} \div 2)^2 \\ &= 0.7854 \times \text{直徑}^2 \dots \dots \dots (22) \end{aligned}$$

$$2 \text{ 吋圓之面積} = 0.7854 \times 2^2 \quad 4 \text{ 吋圓之面積} = 0.7854 \times 4^2$$

$$\text{則 } 4 \text{ 吋圓較 } 2 \text{ 吋者所大之倍數} = \frac{0.7854 \times 4 \times 4}{0.7854 \times 2 \times 2} = 4$$

故4吋直徑之圓較2吋者之面積大4倍，因其常數0.7854可相互約去，故比較兩圓之大小時，可選以其直徑之平方比較之。

例48：求第2圖所示粗紗筒管所捲粗紗之容積。

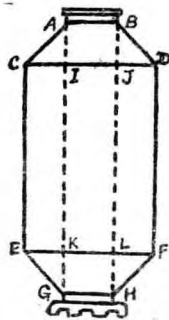
$$AB = GH = 1 \frac{1}{2}'' = \text{空管直徑}$$

$$CD = EF = 3 \frac{5}{8}'' = \text{滿管直徑}$$

$$BH = AG = 7'' = \text{捲繞長度}$$

$$AI = BJ = KG = LH = 1 \frac{5}{8}''$$

$$DF = CE = 3 \frac{3}{4}''$$



第2圖

〔解〕 \because 圓筒形之容積 = 底面積 \times 高度

$$\begin{aligned} \therefore \text{CDFE部之容積} &= 0.7854 \times \left(3 \frac{5}{8}\right)^2 \times 3 \frac{3}{4} \\ &= 38.7 \text{ 立方吋} \end{aligned}$$

$$\because \text{截頭圓錐體之容積} = \frac{\pi \times AI}{3} \times \left\{ \left(\frac{CD}{2}\right)^2 + \frac{CD}{2} \times \frac{AB}{2} + \left(\frac{AB}{2}\right)^2 \right\}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ABDC之容積} &= \frac{3.1416 \times 1 \frac{5}{8}}{3} \times \left\{ \left(\frac{3 \frac{5}{8}}{2}\right)^2 + \frac{3 \frac{5}{8}}{2} \times \frac{1 \frac{1}{2}}{2} + \left(\frac{1 \frac{1}{2}}{2}\right)^2 \right\} \\ &= 10.908 \text{ 立方吋。} \end{aligned}$$

$$EFHG \text{ 之容積} = \text{ABDC 之容積} = 10.908 \text{ 立方吋。}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{該管之全容積} &= \text{CDFE} + \text{ABDC} + \text{EFHG} \\ &= 38.7 + 10.908 + 10.908 = 60.516 \text{ 立方吋。} \end{aligned}$$

空管之容積 = ABHG = $0.7854 \times \left(1\frac{1}{2}\right)^2 \times 7 = 12.37$ 立方吋。

∴ 粗紗之容積 = 全容積 — 空管之容積

$$= 60.516 - 12.37 = 48.146 \text{ 立方吋。}$$

例49: 某經紗軸闊54吋, 邊盤直徑21吋, 軸心直徑6吋, 問此軸能容棉紗若干磅重(每磅棉紗所佔之體積約為57~60立方吋)。

[解] 設 D = 邊盤直徑(即卷滿經紗之直徑) = 21"

d = 空軸直徑(即軸心直徑) = 6"

B = 軸闊(即邊盤間之幅) = 54"

W = 所卷經紗之重量(磅)

$$\begin{aligned} \text{則 捲紗容積(立方吋)} &= \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times B - \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times B = \frac{\pi}{4} \times B \times (D^2 - d^2) \\ &= (D+d)(D-d) \times 0.7854B \end{aligned}$$

設每磅棉紗所佔容積 = 60 立方吋。

$$\therefore W = \{(D+d)(D-d) \times 0.7854B\} \div 60$$

$$= 0.01309(D+d)(D-d) \times B$$

$$= 0.01309 \times (21+6) \times (21-6) \times 54 = 286 \text{ 磅}$$

[12] 立方及立方根

甲數之立方為乙數, 則甲數為乙數之立方根, 記一數之立方根, 可在數字上冠以符號 $\sqrt[3]{\quad}$, 如 $\sqrt[3]{125} = 5$, 求立方根時, 先從一數之一位起, 向左每三位分為一部, 其分得之部數, 即等於其立方根之位數, 其求法根據下式而得:

$$(A+B)^3 = A^3 + 3A^2B + 3AB^2 + B^3 = A^3 + B(3A^2 + 3AB + B^2)$$

例50: 求21,952之立方根。

[解]

21	952	28 答
8		$= 2^3$
$3 \times 20^2 = 1200$	13	952
$3 \times 20 \times 8 = 480$		$13952 \div 1200 = 11 \dots \dots$ 因至大不得超過9, 故先假定9為次商, 但 $(3 \times 20^2 + 3 \times 20 \times 9 + 9^2) \times 9$
+ $8^2 = 64$		$= 16389$, 大於13952, 故9尚嫌大, 乃改為3。
1744	13	952
		$= 1744 \times 8$
		0

$$\therefore \sqrt[3]{21952} = 28$$

例51: 已知捲緯機上所用鋼質張力球 (Drag Ball) 之重量為0.0994磅, 求其直徑。

【解】 因鋼每立方吋之重為0.2833磅, 亦即每磅之容積為3.53立方吋, 則
球之容積 = 球之重量(磅) \times 3.53 = 球之重量(磅) \div 0.2833
= 0.0994 \times 3.53 = 0.35立方吋。

設球之直徑為D, 則

$$\text{球之容積 } V = \frac{4}{3} \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{\pi \times D^3}{6} = 0.5236 D^3$$

$$\therefore 0.35 = 0.5236 D^3 \quad D^3 = 0.35 \div 0.5236 = 0.67$$

$$\therefore D = \sqrt[3]{0.67} = 0.875 \text{吋}$$

[13] 紗線之直徑

紗線之切斷面, 雖非為正圓形, 但為便利比較其粗細起見, 可當作圓形計算, 根據圓徑之大小, 以區別其粗細, 如謂某紗直徑為六十分之一吋, 即以此種紗60根相並列時, 佔1吋闊之距離也, 求直徑之法, 約有下列數種:

(A) 用顯微鏡實測法——此係將紗線斷面置顯微鏡內, 實測其直徑, 或先測定其面積, 再由面積算出直徑, 較為正確, 日本荻原清彥博士用顯微鏡實測結果示之如次: (C為英式支數, D為但尼爾數, d為直徑公厘數)

單棉紗	6支至20支	直徑 $d = 1.15 \times \frac{1}{\sqrt{C}}$ 公厘	} ... (23)
	20支至30支	$d = 0.91 \times \frac{1}{\sqrt{C}}$ 公厘	
	30支至100支	$d = 0.85 \times \frac{1}{\sqrt{C}}$ 公厘	
	平均值	$d = 1.05 \times \frac{1}{\sqrt{C}}$ 公厘	
棉股線		$d = 1.1 \times \frac{1}{\sqrt{C}}$ 公厘	}
生絲		$d = \frac{1}{70} \times \sqrt{D}$ 公厘	
股絲		$d = \frac{1}{65 \sim 70} \times \sqrt{D}$ 公厘	

(B) 繞紗實測法——將欲測之紗線, 依次密接, 捲繞於一硬片上, 繞有一吋

後，以1吋內捲紗之圈數除1，即得該紗之實際直徑，如某紗1吋內可密接排列120根，其直徑即為 $\frac{1}{120}$ 吋。

(C) 經驗測定法——此法憑經驗而得，應用最廣。設 d = 紗之直徑(吋)， n = 1吋中可配置紗之根數， L = 1磅中所含之紗長(碼) = ℓ (單位長) \times C (支數)， a 為由經驗所得常數，視纖維種類而定，蓋各種纖維之比重，吸濕量，密度及紡製法有異故也，大致棉，亞麻，紡絲等紗為6~10%，梳毛紗為10%，紡毛紗為15~16%，生絲為2~4%。

$$d = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{L(1-a\%)}} = \frac{1}{\sqrt{\ell c(1-a\%)}} \dots\dots\dots(24)$$

以常數代入(24)式中，得(25)。

棉 紗(英制)	$d = \frac{1}{\sqrt{840 \times 90\% \times \sqrt{C}}} = \frac{1}{26.1\sqrt{C}}$	}(25)
紡 絲(英制)	$d = \frac{1}{27.2\sqrt{C}}$		
亞麻紗(英制)	$d = \frac{1}{16\sqrt{C}}$		
梳毛紗(英制)	$d = \frac{1}{21.3\sqrt{C}}$		
紡毛紗(yorkshire)	$d = \frac{1}{13.5\sqrt{C}}$		
生 絲	$d = \frac{\sqrt{D}}{2023}$		

例52：求30支棉紗之直徑。

〔解〕 用式(24) $d = \frac{1}{\sqrt{30 \times 840(1-10\%)}} = \frac{1}{159(1-10\%)} = \frac{1}{143}$ 吋

用式(25) $d = \frac{1}{26.1\sqrt{30}} = \frac{1}{26.1 \times 5.47} = \frac{1}{143}$ 吋。

(D) 用比重測定直徑法——設 C 或 D 代表紗之支數或但尼爾數， W 代表各支數制之標準或單位重量(公分)， L 代表各支數制之標準或單位長度(公分 cm)， S 代表1立方公分之紗重公分數， d 代表紗之直徑(公分)。

(a) 定重式支數制—— $C \times L \times \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times S = W$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{4 \times W}{\pi \times L \times S}} \times \sqrt{\frac{1}{C}}, \text{ 或 } Cd^2s = \frac{4W}{\pi L} \dots\dots\dots(26)$$

(b) 定長式支數制—— $L \times \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times S = W \times D$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{4W}{\pi LS}} \times \sqrt{D} \quad \text{或} \quad d^2s = \frac{4WD}{\pi L} \dots\dots\dots (27)$$

式內L與W之值，根據各紗支制別可知，如棉紗英制

L=76300公分， W=453.6公分等是，以L及W之值，代入(26)及(27)式內得：

萬國制	Cd ² s=0.01274	}(23)
英制棉紗	Cd ² s=0.00752		
法制棉紗	Cd ² s=0.00637		
英制麻紗	Cd ² s=0.02107		
英制梳毛紗	Cd ² s=0.01128		
yorkshire 紡毛紗	Cd ² s=0.02468		
但尼爾式	d ² s=0.000001415 D		

(28)式中，如知其支數，再參閱下表所示S 之值，則其直徑(d)當可求得矣。

V. 紗之比重(S) (1立方公分之紗重公分數)

紗之種類		支數	比 重		
			最 小	最 大	平 均
棉	紗	4s	—	—	0.245
棉	紗	6~60	0.458	0.770	0.544
棉	紗	180/2~200/2	1.100	1.150	1.125
亞 麻	紗	20~200	0.733	1.450	0.961
紡 毛	紗	9~20	0.513	0.907	0.703
梳 毛	紗	13~80	0.500	0.925	0.717
絹	絲	64~110	0.334	1.340	0.642
生	絲	8~40/50	0.572	1.620	1.044
人 造	絲	6~120	0.689	1.770	1.230

更有用棉與水之比重，以計算棉紗之直徑(d)者，例如

$$1 \text{ 亨克棉紗之容積(立方呎)} = \frac{\pi d^2 \times 840 \times 36}{4 \times 123} = 13.7445d^2$$

而1立方呎之水重=62.4磅，棉之比重為1.5，

故1亨克棉紗之重量=13.7445d² × 62.4 × 1.5

$$= 1286.49d^2$$

如已知紗之支數，則其1亨克之重量磅數，當可求出，茲以W代之。

$$\text{即 } W = 1236.49d^2$$

$$\text{或 } d = \sqrt{\frac{W}{1286.49}}$$

例如求20支棉紗之直徑時，因 $W = \frac{1}{20}$ 磅。

$$\therefore d = \sqrt{\frac{1}{1286.49 \times 20}} = \sqrt{\frac{1}{25729.8}} = \frac{1}{160} \text{吋}$$

此法因未考慮棉纖維間互有之空氣，故計算結果較細也。

(E) 比例測定法——如已知某支紗之直徑，可求出另一紗支之直徑，因(D)，項所述定重制支數中， $Cd^2s = \frac{4W}{\pi L}$ 或 $d = \sqrt{\frac{4W}{\pi L S} \times \frac{1}{C}}$

而 $\sqrt{\frac{4W}{\pi L S}}$ 係一定數，設等於K，

$$\therefore d = \frac{K}{\sqrt{C}} \dots \dots \dots (29)$$

由上述證明，可知紗之直徑與其支數之平方根成反比，故凡同原料異支數之紗，如已知其中一者之直徑，則另一紗之直徑，可運用反比例法求得，例如已知16支梳毛紗直徑為 $\frac{1}{85}$ 吋，則25支梳毛紗之直徑，應為：

$$\sqrt{25} : \sqrt{16} = \frac{1}{85} : x \quad x = \frac{1}{106} \text{吋}$$

VI. 各種紗支每吋根數表(根據公式(25)而得)

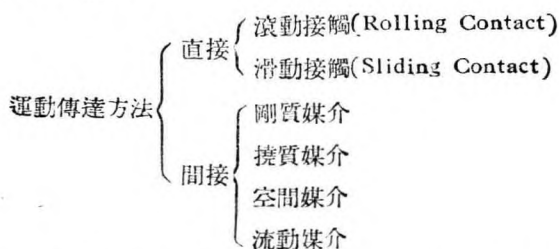
支數	梳毛紗	紡毛紗	棉紗	支數	梳毛紗	紡毛紗	棉紗	支數	梳毛紗	紡毛紗	棉紗
1	21.3	13.5	26.1	11	71	44.8	86.6	24	104	66.1	128
2	30.1	19.1	36.8	12	74	46.8	90.5	30	117	74.0	143
3	35.9	23.4	45.2	13	77	48.7	94.1	40	135	85.5	165
4	42.6	27.0	52.2	14	80	50.5	97.8	42	138	87.6	169
5	47.6	30.2	58.4	15	82	52.3	101.0	50	151	95.6	185
6	52.2	33.2	64.0	16	85	54	104.5	60	165	105	202
7	56.3	35.8	69.0	17	88	55.7	108.0	70	178		219
8	60.2	38.2	73.9	18	90	57.4	111.0	80	191		234
9	64.0	40.5	78.3	19	93	58.9	114.0	90	202		247
10	67.4	42.8	82.7	20	95	60.5	117.0	100	213		261

第二章 紡織機械之傳動

第一節 概說

[1] 傳動之分類

紡織機械運動之傳達方法甚多，茲依其傳達方法之性質，分爲直接間接兩大類，略如下表所示：



滾動接觸如圓錐體及羅拉之轉動是，以其接觸狀態之不同，又分直線與曲線兩種。滑動接觸之接觸點，爲面爲線或爲點均可。如齒輪之運動是，上列所述，均屬直接傳動，有時欲將運動傳達他部，而以彼此相隔較遠，或其他原因，不能直接傳動，唯有藉媒介以完成之，是即間接傳動之方法也。在間接傳動中，以其媒介之不同，又分剛質媒介（如連桿 linkwork），撓質媒介（如皮帶，繩子及鏈條等是），空間媒介（如應用磁力線以傳達運動）及流動媒介（利用水或油等液體之壓力，以傳達運動者）等四種，容於下節分別討論之。

[2] 圓速度和線速度

表示運動之快慢程度者曰速度，速度又分作下列兩種：

(A) 圓速度 (Angular speed)——物體繞軸而轉動時，其速度以每單位時間內所經過之角度計算之。

圓速度有兩種表示法，一以每單位時間內之周轉數為標準，通常以每分鐘轉數(簡寫作 R. P. M) 記之，另一種則以每分鐘之弧度 (Radians) 表示之，在任意之一圓周上，量一段弧線，使等於半徑之長，則此段弧線在圓心所對之角，曰一弧度。因圓周 $= 2\pi \times$ 半徑，而一周轉為 360 度，故 1 弧度 $= 360^\circ \div 2\pi = 57^\circ 17' 42''$ ，如某輪每分鐘 1 轉時，其圓速度或謂 1 R. P. M，或謂每分鐘 2π 弧度，若該輪每分鐘 N 轉時，則其圓速度(每分鐘之弧度) $\omega = 2\pi N$ 。此種弧度法僅於研究理論問題時用之。

(B) 線速度 (Linear speed) 或稱表面速度 (Surface speed)——表示某物體自一點至他點而運動，在單位時間內所移動之直線距離。其單位以每分鐘之長度呎數或吋數計之。

∴ 表面速度 = 圓速度 × 轉動體之圓周

設轉動體之直徑 = D ，半徑 = R ，圓速度 = N - R. P. M.

表面速度 = S

∴ 表面速度 $S = \pi DN = 2\pi RN$ (30)

或圓速度 $N = \frac{S}{\pi D} = \frac{S}{2\pi R}$

例53: 7吋皮帶盤之圓速度為每分鐘30轉，求其表面速度。

〔解〕 $S = \pi DN = \frac{22}{7} \times 7 \times 30 = 660$ 吋/分。

例54: 7吋皮帶盤之表面速度為660吋/分，求其圓速度。

〔解〕 $N = \frac{S}{\pi D} = 660 \div \left(\frac{22}{7} \times 7 \right) = 30$ 轉/分

[3] 傳動值 (Train Value)

當機械發生運動時，其起始運動者曰主動，其最後運動者曰被動，亦即凡相連之兩部發生運動時，先動者曰主動，後動者曰被動，倘兼有主動及被動二種性

質者曰介輪或過界輪，或稱惰輪 (Idle Wheel)，如後列第9圖中之D及F為主動；E及I為被動，G為介輪是也。

$$\text{傳動值 } (e) = (\pm) \frac{\text{被動輪速度}}{\text{主動輪速度}} \dots\dots\dots (31)$$

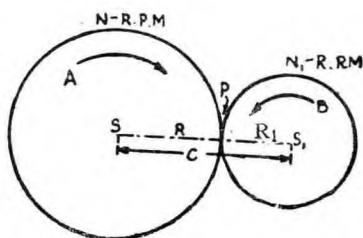
- (a) 凡被動輪之轉向與主動輪之轉向相同者，傳動值前置 (+) 號表示之。
- (b) 凡被動輪之轉向與主動輪之轉向相反者，傳動值前置 (-) 號表示之。
- (c) 介輪僅能改變轉動體之方向，對傳動值並無影響。

第二節 滾動接觸

[1] 二圓之接觸

滾動接觸之表面，為二圓形，以其接觸之位置不同，分內部接觸與外部接觸

兩種，第3圖表示二圓外部接觸之情形，A輪固定於S軸，B輪固定於S₁軸，兩軸之中心距離適為兩輪半徑之和，即 $R + R_1 = C$ ，兩輪之接觸點為P，設A為主動，B為被動，若無滑動現象，則A之表面速度必與B之表面速度相等，設A之速度為 $N-R$ 。



P. M, B 之速度為 $N_1 - R_1 \cdot P. M$ ，則

第 3 圖

$$2\pi RN = 2\pi R_1 N_1$$

$$\text{或 } \frac{N_1}{N} = \frac{R}{R_1} \dots\dots\dots (32)$$

觀上式可知，被動輪之半徑愈大，則其速度愈慢，故圓速度與其半徑成反比。

又因 傳動值 $(e) = \frac{\text{被動輪速度(B輪)}}{\text{主動輪速度(A輪)}}$ ，

$$\therefore e = \frac{N_1}{N} = \frac{R}{R_1}$$

如已知兩輪半徑之和及 e 之值，即可求得 R 及 R_1

$$\therefore e = \frac{R}{R_1} = \frac{R}{C-R}, \quad \text{即 } eC - eR = R$$

$$eC = R + eR = R(1+e) \quad \therefore R = \frac{eC}{1+e}$$

$$R_1 = C - R = C - \frac{eC}{1+e} = \frac{C}{1+e}$$

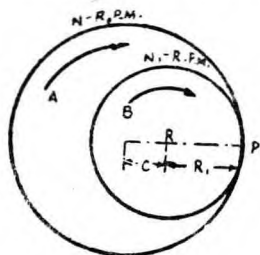
例55: 照第3圖所示, $S S_1$ 兩軸之中心距離為16吋, A 輪速度為50 R. P. M., B 輪速度為150 R. P. M., 兩者之轉向相反, 試求 A, B 兩輪之大小及其傳動值,

〔解〕 傳動值 (e) = $-\frac{150}{50} = -3$

$$R = \frac{eC}{1+e} = \frac{3 \times 16}{1+3} = 12 \text{吋 (A 輪之半徑)}$$

$$R_1 = \frac{C}{1+e} = \frac{16}{1+3} = 4 \text{吋 (B 輪之半徑)}$$

第4圖亦係表示兩圓接觸, 唯A輪中空, 與B輪在內部接觸, 故其接觸面為A之內層與B之外表面, 此即所謂內部接觸是也, 其計算與第3圖所述者相似, 唯所異者, 兩軸之中心距離改為 $R - R_1 = C$, 以及兩輪之轉動方向為相同耳, 如



第4圖

已知C及e, 即可求得R與 R_1 。

$$\therefore e = \frac{N_1}{N} = \frac{R}{R_1}$$

$$C = R - R_1 = R - \frac{R}{e} = R \left(\frac{e-1}{e} \right)$$

$$\therefore R = \frac{eC}{e-1}$$

$$R_1 = R - C = \frac{eC}{e-1} - C = \frac{C}{e-1}$$

例56: 如第4圖, A, B 兩輪之中心距離為8吋, A輪為20 R. P. M., B輪為60 R. P. M., 試求兩輪之大小及其傳動值,

〔解〕 傳動值 (e) = $\frac{60}{20} = +3$

$$R = \frac{eC}{e-1} = \frac{3 \times 8}{3-1} = 12 \text{吋 (A 輪之半徑)}$$

$$R_1 = \frac{C}{e-1} = \frac{8}{3-1} = 4 \text{吋 (B 輪之半徑)}$$

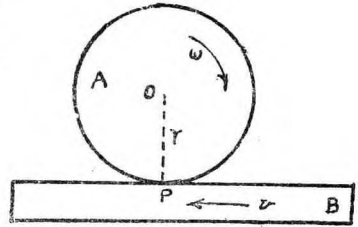
[2] 圓與直線

車輪之於地面上滾動, 乃一種圓與直線之運動, 第5圖所示之A輪, 如以O為軸而運轉時, 則與其相接觸之直線形B板, 勢必因摩擦而移動, 但A輪之運動, 係一種圓運動, 而B則係一種直線運動。如無滑脫損失, B之直線速度必等於A輪之表面速度, 即 $V = \omega r = 2\pi N r$ 。

例57: 如第5圖, 設A輪之直徑為10吋, 速度為10 R. P. M, 求B板每分鐘移動之距離。

〔解〕 B之直線速度=A之圓速度。

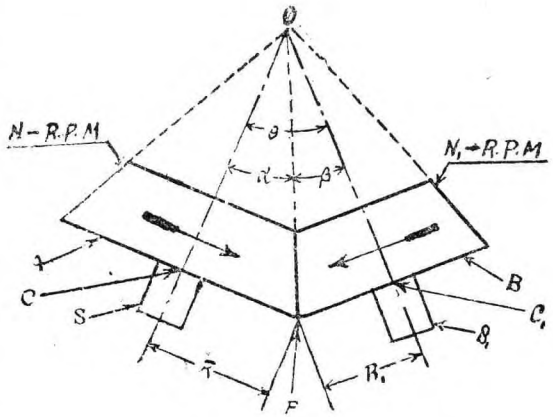
$$\begin{aligned} \text{即B移動之距離} &= 2\pi r N \\ &= 2\pi \times 5 \times 10 \\ &= 314.16 \text{吋/分。} \end{aligned}$$



第 5 圖

[3] 圓錐體之接觸

前所論之二圓接觸, 其軸均互相平行, 而圓錐體之接觸, 其兩軸則在同一平面內, 彼此成一相當之角度, 如第6圖所示者, 乃一種圓錐體於外部接觸之情形, 其速度比率, 仍一如圓之接觸。



第 6 圖

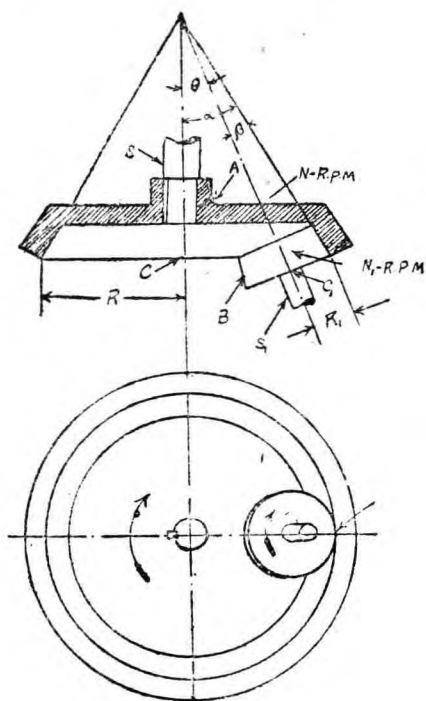
$$\text{即 } e = \frac{R}{R_1} = \frac{N_1}{N}$$

$$\text{由圖得 } \Theta = \alpha + \beta$$

$$e = \frac{R}{R_1} = \frac{OP \sin \alpha}{OP \sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin (\Theta - \beta)}{\sin \beta}$$

$$= \frac{\sin \Theta \cos \beta - \cos \Theta \sin \beta}{\sin \beta} = \frac{\sin \Theta}{\tan \beta} - \cos \Theta$$

$$\therefore \tan \beta = \frac{\sin \Theta}{e + \cos \Theta}$$



第 7 圖

$$\text{同理, } \tan \alpha = \frac{\sin \Theta}{\frac{1}{e} + \cos \Theta}$$

尚有一種內部接觸轉動之圓錐置如第7圖所示,此種裝置,並不常見,唯有時亦應用之,其速度計算法與外部接觸者相似,惟 $\Theta = \alpha - \beta$, 故

$$\begin{aligned} e &= \frac{R}{R_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \\ &= \frac{\sin (\Theta + \beta)}{\sin \beta} \\ &= \frac{\sin \Theta}{\tan \beta} + \cos \Theta \end{aligned}$$

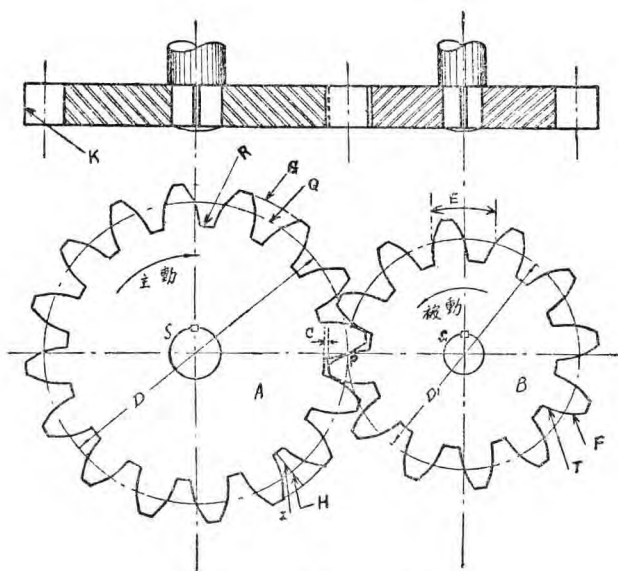
$$\therefore \tan \beta = \frac{\sin \Theta}{e - \cos \Theta}$$

$$\text{同理, } \tan \alpha = \frac{\sin \Theta}{\cos \Theta - \frac{1}{e}}$$

第三節 滑動接觸

[1] 齒輪

第二節中所述之轉動,完全依摩擦力發生,難免有滑動現象,故當兩軸間之速度比率,須絕對正確,或所擬傳動之力較大時,即不能適用,而須以齒輪代之。其速度之計算,仍與轉動之圓輪相同,唯齒輪以齒數(或稱牙數)(teeth)代替圓之直徑耳。如第8圖,設S軸轉動時,則固着於S軸上之A齒輪,勢必隨而轉動,又因其與B齒輪之齒相銜接之故,B亦當轉動,A轉動若干齒,B必轉動同數之齒,今A齒輪為16牙,B齒輪為12牙,是則A一轉時,B勢必轉動 $\frac{15}{12}$ 或 $1\frac{1}{3}$ 轉,換言之,A與B轉數之比,等於B與A牙數之比,亦即牙數與轉數成反比也。



第 8 圖

齒輪之傳動裝置，有直接與間接之別，如第 8 圖之 A 及 B 兩輪，為直接傳動，第 9 圖則為間接傳動，但在第 9 圖中之 D 與 E 或 F 與 G，則為直接傳動。如以 D 與 G 而言，則為間接傳動，兩者之區別，略如下述：

(A) 直接傳動中，齒輪之『齒節』(Pitch) (即每一齒在其節圓上所佔之圓周距離) 完全相同，而間接傳動，則可相異，但其中之直接輪，自須相同。即第 9 圖中之 D 與 E，或 F 與 G 之齒節須相同，而 E 與 F 之齒節，則可不必相同。

(B) 在直接傳動中，轉數與齒數成反比，但在間接傳動時，僅有其中之直接輪，轉數與其齒數成反比，並非所用各輪均如是也。例如第 9 圖中，E 輪之轉數，係與其齒數成反比，但間接傳動中之 F 輪則不然，因 F 與 E 同軸，故不論其齒數如何，均與 E 同一速度，但 F 之齒數愈多，則以後之被動輪速度，勢必隨之而快矣。

(C) 直接傳動中，各輪之轉向，依次相反，如依次排列輪流時，凡單數齒輪轉向相同，雙數者則相反，至其間接傳動中之轉向，僅其中之直接輪彼此相反，其他則否，如第 9 圖中 E 輪之轉向與 D 輪相反，而與 F 輪則相同也。

茲就第8圖，解釋齒輪各部之名稱：

在中心線 SS_1 上，擇一P點，使 $\frac{PS}{PS_1} = \frac{A\text{之牙數}}{B\text{之牙數}}$ ，

以S及 S_1 為圓心，經過P點作兩圓，命其直徑為D及 D_1 ，

則 $D = 2PS$ ， $D_1 = 2PS_1$

$$\therefore \frac{B\text{之轉數}}{A\text{之轉數}} = \frac{A\text{之牙數}}{B\text{之牙數}} \dots\dots\dots (33)$$

$$\frac{B\text{之轉數}}{A\text{之轉數}} = \frac{D}{D_1} = \frac{A\text{之直徑}}{B\text{之直徑}}$$

故P點將兩齒輪之中心線，分為兩部，而每部與牙數均成比例者，則此點稱為節點(pitch point)，以S為中心，經過節點P而作之D圓，稱謂A齒輪之節圓(pitch circle)，同理， D_1 圓即為B齒輪之節圓。圖上以Q表示之。

至第8圖所註英文字母各部之名稱，茲分別解釋之：

(G)頂圓 (Addendum Circle)——經過齒輪頂部外緣所成之圓。

(R)根圓 (Root Circle)——經過各齒底部所成之圓。

(H)齒頂距離 (Addendum distance) 或稱齒頂 (Addendum)——等於頂圓之半徑減去節圓之半徑所得之差數。

(I)齒根距離 (Root distance) 或稱齒根 (Root)——等於節圓之半徑減去根圓之半徑所得之差數。

(H+I)齒長 (Length of Tooth) 或稱齒高 (Height of Tooth)——即齒頂與齒根相加之和，

(F)齒面 (Face of the Tooth or Tooth Face)——即輪齒曲面在節圓外之一部。

(T)齒腹 (Flank of the Tooth)——即輪齒曲面在節圓內之一部。

作用齒復 (Acting Flank)——即齒腹上與別一齒輪之齒面實際相接觸之一部。

(K)齒寬 (Width or Face of Gear)——輪齒自齒輪一面至彼面之寬度。

(C)餘隙 (Clearance)——當兩輪互相咬合時，沿兩輪之中心線，自一輪之頂圓至另一輪之根圓之一段距離，亦即等於一輪之齒根，減去他一輪之齒頂所得之差數也。

齒厚 (Thickness of Tooth)——即一齒沿節圓所有之寬度。(空去部份不計)

齒間 (Width of Space)——兩齒之間沿節圓所有之寬度 (即除去金屬齒之部份, 所餘之空間)

齒隙 (Backlash)——沿節圓, 齒間與齒厚之差 (精製之齒, 多不用齒隙, 但粗製者或鑄造者則須有相當之齒隙)。

(E) 周節 (Circular Pitch)——即沿節圓自第一齒之任一點至相鄰一齒上相當之一點之弧線距離, 亦即等於齒厚與齒間相加之和。或稱齒節。

故一輪節圓全圓周之長 = 周節 × 齒數。

若周節 = C , 齒數 = T , 節圓直徑 = D ,

$$\text{則 } C = \frac{\pi D}{T}, \quad T = \frac{\pi D}{C}$$

徑節 (Diametral Pitch)——有兩種定義:

(a) 英美用者——徑節為節圓直徑每吋所有之齒數, 如某輪有 27 齒, 節圓直徑為 9 吋, 則其徑節 = $\frac{27}{9} = 3$ 。或稱曰三節齒輪, 或稱節數 (Pitch Number)。

(b) 法德用者——徑節為節圓直徑對於齒數之比, 如前例, 則

徑節 = $\frac{9}{27} = \frac{1}{3}$ 或稱此為「模數」(Module)。

以 P 代表節數, M 代表模數, 則 $P = \frac{T}{D}$, $M = \frac{D}{T} = \frac{1}{P}$ 。

$$\therefore C = \frac{\pi D}{T} \quad \therefore P \times C = \frac{T}{D} \times \frac{\pi D}{T} = \pi \dots \dots \dots (34)$$

\therefore 周節與節數之乘積 = π

$$\text{又 } \frac{C}{M} = \frac{\pi D}{T} \div \frac{D}{T} = \frac{\pi D}{T} \times \frac{T}{D} = \pi, \text{ 或 } C = \pi M. \dots \dots \dots (35)$$

\therefore 周節 = $\pi \times$ 模數。

如一對齒輪節圓之直徑為 d_1 及 d_2 , 齒數為 T_1 及 T_2 , 則

$$d_1 = \frac{CT_1}{\pi}, \quad d_2 = \frac{CT_2}{\pi}$$

設兩齒輪之中心距離為 S , 則

$$S = \frac{d_1 \pm d_2}{2} = \frac{C}{2\pi} (T_1 \pm T_2) \quad \left(\begin{array}{l} \text{齒輪外部嚙合時用 + 號,} \\ \text{內部嚙合時用 - 號} \end{array} \right)$$

如以徑節表示，則 $S = \frac{1}{2P}(T_1 \pm T_2)$

(附註) 齒厚 = $0.48 \times$ 周節 齒面 = $0.3 \times$ 周節

齒腹 = $0.4 \times$ 周節 齒頂 = $\frac{1}{\text{徑節}}$

齒輪之外徑 = 節圓直徑 + (齒頂 $\times 2$) = $\frac{\text{齒數}}{\text{徑節}} + \frac{2}{\text{徑節}} = \frac{\text{齒數} + 2}{\text{徑節}}$

設某輪82齒，徑節為14，則其外徑 = $\frac{82+2}{14} = 6$ 吋

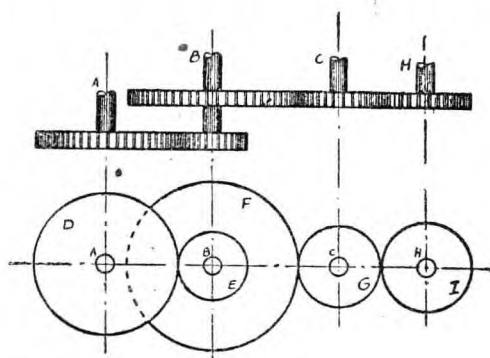
[2] 齒輪系 (Wheels in trains)

凡三個或三個以上之齒輪互相銜接為聯合運動者，均謂之輪系，先動者為主動輪，後動者為被動輪，在輪系中之第一主動輪稱為首動輪，其最末之一被動輪

稱為末動輪，在同一時間內，末動輪之轉數與首動輪轉數之比，謂之輪系之傳動值。

(Train Value). 通常以 e 代之。

例58：如第9圖， $D = 100$ 齒， $E = 50$ 齒， $F = 125$ 齒， $G = 24$ 齒， $I = 25$ 齒，若A軸之速度為25 R. P. M.，試求H軸之速度及傳動值。



第 9 圖

[解] 設各輪之齒數，逕以該輪之英文字母代之。

$$\therefore \frac{\text{B 軸速度}}{\text{A 軸速度}} = \frac{\text{D 輪齒數}}{\text{E 輪齒數}}$$

$$\therefore \text{B 軸之速度} = \text{A 軸之速度} \times \frac{D}{E}$$

$$\text{又因 } \frac{\text{C 軸之速度}}{\text{B 軸之速度}} = \frac{\text{F 輪齒數}}{\text{G 輪齒數}}$$

$$\therefore \text{C 軸速度} = \text{B 軸速度} \times \frac{F}{G} = \text{A 軸速度} \times \frac{D \times F}{E \times G}$$

$$\text{又因 } \frac{\text{H 軸速度}}{\text{C 軸速度}} = \frac{\text{G 輪齒數}}{\text{I 輪齒數}}$$

$$\therefore \text{H軸速度} = \text{C軸速度} \times \frac{G}{1} = \text{A軸速度} \times \frac{D \times F \times G}{E \times G \times I}$$

因G為介輪，故上式分子分母中均有G，可相互約去，以後遇有這種情形時，介輪數字，還可略去不計。

$$\therefore \text{H軸速度} = \text{A軸速度} \times \frac{D \times F}{E \times I} = 25 \times \frac{100 \times 125}{50 \times 25} = 250. \text{R. P. M.}$$

$$\therefore \text{傳動值} = \frac{\text{H軸速度}}{\text{A軸速度}} = \frac{250}{25} = 10 \text{ 倘無介輪G存在時, } e = +10.$$

由上式可知：

$$\text{末動輪之速度} = \text{首動輪之速度} \times \frac{\text{主動輪牙數之積}}{\text{被動輪牙數之積}} \dots\dots\dots (36)$$

[3] 齒輪系之設計

根據已知條件，配置齒輪系之方法，茲舉例說明之。

例59：試設計一種齒輪系，使其首動輪轉動一次，而末動輪則轉19次，兩者之轉動方向相同，此系中每一齒輪之牙數，最多不得超過60牙，最少亦不得小於12牙。

〔解〕 此種問題之解法，首須決定此系中必需之齒輪對數，若僅用一對齒輪，而主動者設為最大，為60牙，被動者設為最小，為12牙，則此輪系之傳動值為 $\frac{60}{12} = 5$ ，但題目上之傳動值為19，故用一對齒輪尚屬不足，若第二對齒輪之主動者設為60牙，固定於前12牙齒輪之軸上，而此第二60牙之主動輪，再傳動另一12牙之齒輪，其傳動值即為 $\frac{60}{12} \times \frac{60}{12} = 25$ ，此數較題目所需之值為大，故知用兩對齒輪，即足可得傳動值為19矣。齒輪之對數既已決定，第二步即決定各齒輪之牙數，使其傳動值確為19，此則依齒輪之對數計算，（齒輪用幾對，即將傳動值開幾次方根）此處係用兩對齒輪，故可將 $\sqrt{19}$ 之值算出，約為4.35或 $4\frac{1}{3}$ ，則

$$\frac{4\frac{1}{3}}{1} \times \frac{19}{4\frac{1}{3}} = 19$$

第一項之分子分母均乘以12，第二項均乘以3，即得

$$\frac{13}{3} \times \frac{12}{1 \times 12} \times \frac{19 \times 3}{13 \times 3} = \frac{52}{12} \times \frac{57}{13} = 19$$

各齒輪之配置與第9圖相似，即D改為52牙，E改為12牙，F改為57牙，G改為13牙，而將H輪取消，即得傳動值為19也。

例50：用大於24牙，小於95牙之齒輪，使500 R. P. M 之某軸，傳動一4R. P. M 之軸，試求各齒輪之牙數。

$$\text{〔解〕 傳動值} = \frac{4}{500} = \frac{1}{125}$$

因最多之牙數為96，最少者為24牙，則各對齒輪之傳動值為 $\frac{24}{96} = \frac{1}{4}$ ，將此分數自乘，得相當於 $\frac{1}{125}$ 之數，如 $(\frac{1}{4})^3 = \frac{1}{64}$ ，故知三對齒輪，猶感不足，如 $(\frac{1}{4})^4 = \frac{1}{256}$ ，故用四對齒輪可矣，

$\frac{1}{125}$ 之四次方根之值約為 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{3}{10}$ ，則各齒輪牙數之比為

$$\frac{3}{10} \times \frac{3}{10} \times \frac{3}{10} \times \frac{125}{(\frac{3}{10})^3} = \frac{3}{10} \times \frac{3}{10} \times \frac{3}{10} \times \frac{8}{27}$$

前三項乘以9，末項乘以3，得 $\frac{27}{90} \times \frac{27}{90} \times \frac{27}{90} \times \frac{24}{81}$ 。此即各輪齒數之排列次序也。倘轉動方向不符時，可用一介輪，

[4] 調換輪 (Change gear)

在紡織機械上，某種輪系中，常以若干輪為固定之牙數，不加改變，而以其中之一輪或二輪，依情形之需要，變換其大小，以得結果所需要之速度，供作此種用途之齒輪，名曰變換輪，若變換輪為主動輪，增加其齒數，即可增加其次各輪之速度，若變換輪為被動輪，則增加其齒數，即減低其次各輪之速度，觀諸公式(36)，當可一目了然。

設第9圖上之A軸為主動，並設其速度為25 R. P. M，

D=100牙，E=50牙，F=125牙，G=24牙，I=25牙 則

$$\text{H軸之速度} = \text{A軸速度} \times \frac{D \times F}{E \times I} = 25 \times \frac{100 \times 125}{50 \times 25} = 250 \text{ R. P. M.}$$

倘欲改變H軸之速度，可在此輪系之中增減其中任何一輪之牙數即得，茲設B軸上之E輪為變換輪(被動)，其他為固定不變之齒輪，並設變換輪之牙數為1，計算其速度比值，名曰速度常數。

$$\therefore \text{速度常數} = \text{A軸速度} \times \frac{D \times F}{E \times I} = 25 \times \frac{100 \times 125}{1 \times 25} = 12500。$$

$$\therefore H \text{ 軸之速度} = \frac{\text{速度常數}}{E} = \frac{12500}{\text{變換輪牙數}}$$

如需要 H 軸之速度為 250 R. P. M, 則變換輪 E 之牙數 = $\frac{12500}{250} = 50$ 牙,

$$\therefore \text{變換輪(被動)牙數} = \text{速度常數} \div \text{需要速度} \dots\dots\dots (37)$$

倘變換輪為主動時, 設為 B 軸上之 F 輪, 則:

$$\text{速度常數} = A \text{ 軸速度} \times \frac{D \times F}{E \times I} = 25 \times \frac{100 \times 1}{50 \times 25} = 2.$$

$$\therefore H \text{ 軸速度} = \text{速度常數} \times \text{調換輪, 或調換輪(主動)} = \frac{\text{所需速度}}{\text{常數}} \dots (38)$$

如需要 H 軸之速度為 250 R. P. M, 則調換輪(F)牙數 = $\frac{250}{2} = 125$.

應用常數以計算調換輪牙數之方法, 已如上述, 若不應用常數, 則可根據其原有速度及所需速度, 以計算其調換輪, 如調換輪為主動輪, 則牙數加多時, 可增加其次各輪之速度, 即主動輪牙數與其次各輪之速度成正比。

$$\therefore \text{主動調換輪需要牙數} = \frac{\text{調換輪原有牙數} \times \text{需要速度}}{\text{原有速度}} \dots\dots\dots (39)$$

若調換輪為被動輪, 如其牙數增多, 則減低其速度, 亦即被動輪之牙數與其速度成反比。

$$\therefore \text{被動調換輪需要牙數} = \frac{\text{調換輪原有牙數} \times \text{原有速度}}{\text{需要速度}} \dots\dots\dots (40)$$

例61: 某機原用25牙之調換輪, 可得120 R. P. M之速度, 若欲改為100 R. P. M之速度時, 則該調換輪在主動時及被動時各須改用若干牙?

$$\text{〔解〕 主動調換輪} = \frac{25 \times 100}{120} = 20.83 \text{ 或 } 21 \text{ 牙。}$$

$$\text{被動調換輪} = \frac{25 \times 120}{100} = 30 \text{ 牙。}$$

[5] 螺旋桿與螺旋齒輪 (Worm and worm wheel)

當兩軸互成直角而不相交並由快速傳為慢速時, 其動作之傳遞, 多用螺旋齒輪完成之, 實際上, 螺旋桿即係一螺旋, 而螺旋齒輪乃係與螺旋桿相接之齒輪, 螺旋桿之轉向, 或左或右, 螺旋線為單線或為複線 (Single or multiple threaded) 螺旋桿常為主輪, 推動螺旋齒輪運轉, 螺旋桿一轉時, 即使螺旋齒輪所轉之弧長,

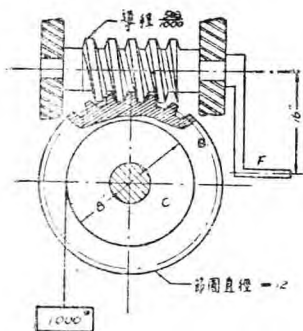
適等於螺旋桿之導程或螺距(Lead or pitch), 故螺旋齒輪一轉時, 螺旋桿所轉之導程數, 必等於螺旋齒輪節圓上所有之導程數。如以 P 代表螺旋桿之導程, D 代表齒輪之節圓直徑, 則

$$\frac{\text{螺旋桿之轉數}}{\text{螺旋齒輪之轉數}} = \frac{\pi D}{P} \dots\dots\dots(41)$$

通常為計算便利起見, 視螺旋桿之螺旋線為單線抑為複線, 而決定其速度, 若係單線, 則螺旋桿每迴轉一周, 即使螺旋齒輪前進一齒, 若係雙線, 即使螺旋齒輪前進兩齒, 其餘依此類推, 今設有一 32 齒之螺旋輪, 如欲使其迴轉一周, 則單線之螺旋桿, 即須轉 32 轉, 若為雙線者, 轉 16 轉即可。故

$$\frac{\text{螺旋輪之轉數}}{\text{螺旋桿之轉數}} = \frac{\text{螺旋桿之線數}}{\text{螺旋輪之齒數}} \dots\dots\dots(42)$$

例 62: 如第 10 圖, 圓輪 C 與螺旋輪 B 同固定於一軸, 若摩擦力不計, 欲提起 1000 磅之重物時, 求把手 F 需施力若干磅?



第 10 圖

【解 1:】先決定重物與施力 F 間直線速度之比率, 設螺旋桿一轉, 則把手(handle)之線速度, 必等於其所繞之圓周, 即

$$2\pi \times 16 \text{吋} = 32\pi \text{吋}$$

而螺旋桿一轉時, 螺旋輪之轉數為

$$\frac{\text{導程}}{\text{螺旋輪節圓之圓周}} = \frac{0.503}{12\pi} \text{轉。}$$

又因 C 輪與螺旋輪係同一之圓速度, 故其直線速度 =

$$\frac{.503}{12\pi} \times 8\pi = .3353 \text{吋。}$$

$$\therefore \frac{\text{施力}}{\text{重物}} = \frac{\text{重物之速度}}{\text{施力點之速度}}$$

$$\text{即 } \frac{F}{1000} = \frac{0.3353}{32\pi} \quad \therefore F = 3 \frac{1}{3} \text{磅。}$$

【解 2:】為簡便計, 設螺旋桿為單線, 則螺旋輪上之齒數應為 $\frac{12\pi}{.5} = 75$ 齒, 故螺旋桿一轉時, 即使螺旋輪及 C 輪轉 $\frac{1}{75}$ 轉, 若曲柄(把手)之半徑與 C 之半徑相等, 則施力 F 即為 W 重物之 $\frac{1}{75}$, 但因曲柄之半徑, 較 C 之半徑大四倍,

$$\text{故施力 } F \text{ 為 } W \text{ 重物之 } \frac{1}{4} \times \frac{1}{75} = \frac{1}{300} \quad \text{故 } F = \frac{1000}{300} = 3 \frac{1}{3} \text{磅。}$$

設螺旋桿不為單線時其結果亦同, 如螺旋桿為雙線時, 則螺旋輪應有

$$2 \times \frac{12\pi}{0.5 \cdot 3} = 150 \text{ 齒, 螺旋桿一轉時, 即使螺旋輪 } \frac{2}{150} \text{ 轉, 與前之 } \frac{1}{75} \text{ 轉相同。}$$

[6] 小齒輪 (Pinion) 及齒桿 (Rack)

利用小齒輪及齒桿，可由旋轉速度變為直線速度，或由線速度變為圓速度；如第11圖所示，齒桿上每齒所佔之距離曰齒距。

$$\text{齒桿之直線速度(吋/分)} = \frac{\text{小齒輪每分鐘轉數} \times \text{小齒輪齒數}}{\text{齒桿每吋齒數}} \dots\dots(43)$$

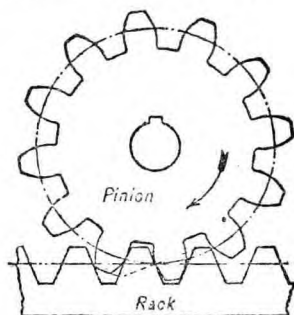
$$\text{齒桿之線速度} = \text{小齒輪每分鐘轉數} \times \text{小齒輪齒數} \times \text{齒桿齒距} \dots\dots(44)$$

例63: 設小齒輪為12齒，每分鐘6轉，齒桿每吋4齒，求齒桿之速度。

$$\text{〔解1:〕齒桿速度} = \frac{6 \times 12}{4} = 18 \text{吋/分}$$

$$\text{〔解2:〕因齒桿每吋4齒，則齒距} = \frac{1}{4} \text{吋。}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{齒桿速度} &= 6 \times 12 \times \frac{1}{4} \\ &= 18 \text{吋/分。} \end{aligned}$$



第 11 圖

[7] 內齒輪 (Internal gears)

齒輪之齒在內側者，曰內齒輪，如第12圖所示，其速度計算與正齒輪相同，所異者在其相咬合兩齒輪之運轉方向相同耳。

例64: 如第12圖，設內齒輪為60齒，小齒輪為12齒，每分鐘10轉，求內齒輪之轉數及其傳動值。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 內齒輪速度} &= 10 \times \frac{12}{60} \\ &= 2 \text{ R. P. M.} \end{aligned}$$

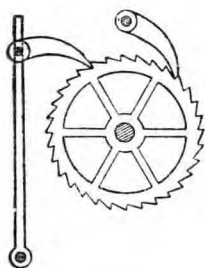
$$\text{傳動值} = \frac{2}{10} = + \frac{1}{5}$$



第 12 圖

[8] 棘齒輪 (Ratchet wheel)

棘齒輪呈鋸齒形，賴一種推掣 (Pawl) 所推動，而此掣子接受某部份擺動或往復之運動，以完成一種間斷之圓周形運動，如第13圖所示之形狀。



第 13 圖

$$\text{棘齒輪速度} = \frac{\text{推掣推動速度} \times \text{推動齒數}}{\text{棘齒輪齒數}} \dots (45)$$

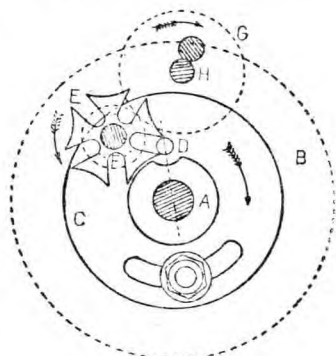
例65: 如第13圖，連桿使推掣每分鐘推動50次，每次推動一齒，棘齒輪為20齒，求棘齒輪之速度。

$$\text{〔解〕 棘齒輪速度} = \frac{50 \times 1}{20} = 2.5 \text{ 轉/分。}$$

[9] 星齒輪 (Star gears)

星齒輪之外緣，有若干缺口，多為被動輪，藉突釘 (pin) 傳動之，突釘裝於圓盤上，圓盤一轉時，突釘與星齒輪之缺口，咬合一次，即使星齒輪轉動一齒，如第14圖係棉精梳機間斷喂棉裝置機構圖，E為星齒輪，藉裝於A圓盤上之突釘D傳動之，A一轉時，移動E一齒，更由E同一軸上之齒輪F，傳動G齒輪，喂棉羅拉H乃隨之轉動矣。因E係間斷運動，故喂棉亦間斷也。

例66: 設梢子輪A之速度為80 R. P. M., 星輪E為5齒，F為牽伸調換輪，設為18齒，喂棉羅拉輪G為38齒，喂棉羅拉H之直徑為 $\frac{3}{4}$ "，求H之轉數及其表面速度。



第 14 圖

〔解〕 梢子輪可當作1齒計算。

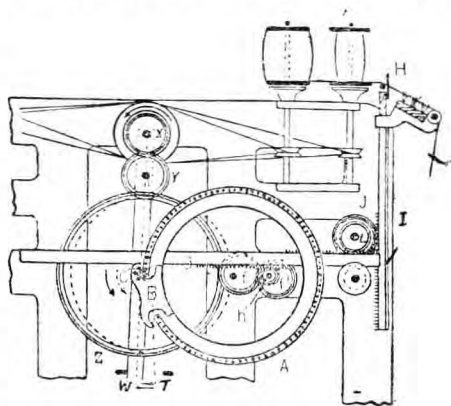
$$H\text{-之速度} = 80 \times \frac{1 \times 18}{5 \times 38} = 7.58 \text{ 轉/分。}$$

$$H\text{-之表面速度} = 7.58 \times \frac{3}{4} \times \frac{22}{7} = 17.8 \text{ 吋/分。}$$

[10]門格齒輪 (Mangle gears)

門格齒輪多屬被動，其軸心或偏或正均可，其速度算法與正齒輪相似，唯因其在運動過程中，運轉方向有正有反，故略有不同，茲舉門格齒輪式筒子機為例說明之，如第15圖，由滾筒軸上之齒輪X，經過介輪Y，傳動大齒輪Z，Z係裝於短軸之一端，軸之他端則裝有一極小之齒輪C，乃藉以傳動門格齒輪A者，而Y，Z及C均裝於長鐵擺W上，擺以滾筒軸為支點，連同三輪擺動於預定範圍之內，如箭號T所示。

門格齒輪A之齒形與平常不同，其周圍留有一缺口，因C輪之轉向雖屬固定，但能交互與門格齒輪內外兩面之齒相咬合，而使A之轉向或左或右，至於C所以能自A輪內側轉入外方，或由外方轉入內側者，因有蟹爪B固着於門格齒輪之邊緣，適據其缺口之處，當C轉至此點而不致越出軌外者，蓋賴此蟹爪維持故也。



第 15 圖

例67：設第15圖X輪之速度為每分鐘 170 轉， $X=40$ 牙， $Z=144$ 牙， $C=8$ 牙，門格齒輪 $A=127$ 牙，求門格齒輪之速度。

【解】門格齒輪之速度 $= 170 \times \frac{40 \times 8}{144 \times (127 - 1)} = 3$ 轉/分

【注意】上式中所以將門格齒輪齒數減 1 者，因小齒輪與門格齒輪頂端之齒接觸時，此時小齒輪受蟹爪 B 之阻，勢必自門格齒輪之外側轉入內側接觸，或自內側轉入外側，當移轉之際，僅自門格齒輪頂端一齒之外端，移入內端咬合，表面上雖為 2 齒，(所謂門格齒輪 127 齒者，即內側 127 齒，外側 127 齒之意。)但實際上仍為門格齒輪原來地位之頂端一齒，是以與門格齒輪之速度無涉，故計算速度時，應將齒數減 1 也。

再者門格齒輪一正轉一反轉之全程，稱為一週轉 (cycle)，如上式中之每分

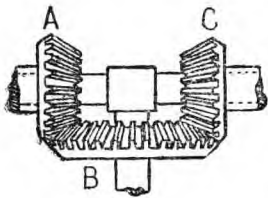
鐘 3 轉，僅能稱為 $1\frac{1}{2}$ 週轉耳。

[11] 偏心齒輪 (Eccentric gears)

齒輪之軸心不在正中者曰偏心齒輪，此種齒輪在運轉前務須裝置適當，否則其軸有彎曲之虞。偏心齒輪能使被動軸每轉中得有不同之速度，如第15圖中 f 及 f^1 為偏心齒輪， f 安裝於與門格齒輪 A 同一軸上，因 A 轉而 f 亦轉，傳動 f^1 ，更由與 f^1 同軸之 h^1 輪，傳動齒桿 g ，而傳動 L 及 J，再由 i 輪傳動升降桿 H，因 L 輪之轉向或正或反，乃使 H 發生上下運動，因 f 及 f^1 係偏心齒輪之關係，H 之升降，成變速運動，故繞成凸邊形筒子也。

[12] 傘齒輪 (Bevel gears)

將運動傳達於成直角之軸時，乃使用傘齒輪，其速度計算與普通齒輪同，唯其運轉方向須加注意，蓋在外部接觸之普通齒輪直接傳動時，凡齒輪成雙數者，其首尾兩輪之運轉方向必相反，而在傘齒輪中則不盡然，有相同者，亦有相反者，例如第 16 圖係一有微差運動之傘齒輪傳動圖，



第 16 圖

計算較為複雜，容於下項中述之，倘吾人將該圖中廢去一輪，而留 A 與 B，或 B 與 C 為一組傳動時，其速度之計算，與普通齒輪算法相同，但在 A 與 B 傳動時，A B 二輪之轉向相反，其傳動值得負號，而在 B 與 C 傳動時，二輪之轉向相同，其傳動值為正號，倘 A, B, C 三輪相咬合時，其傳動值當得負號，此應注意者也。

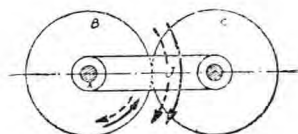
[13] 連鎖齒輪或擺齒輪 (Epicyclic gear train)

齒輪系中一部份齒輪在固定軸上運轉，而另一部份齒輪之中心並不固定，係固着於活動之連臂 (arm) 上，依圓形路線而運動者，此種名曰擺齒輪，紡紗學上名曰微差運動 (differential motion)。

如第17圖，可分做三種情形，表明其運動：

(A) 如 B 輪之軸心 A，固定於樑框上，C 輪之軸心，則由 J 臂連接於 B 輪之軸心，並以 A 為中心，繞 B 輪旋轉，若 B 輪固定不動，並設 B 與 C 之牙數相等，則 J 臂以 A 為中心旋轉一周時，C 齒輪必咬合 B 輪之齒，隨 J 臂沿 B 輪繞轉一周，並自轉一周，(即以本身之軸心為中心而旋轉)，共為兩周轉，故 J 臂一轉時，C 輪即發生兩種不同之運動，一為自轉，一為繞轉，亦即 C 之絕對速度，等於 J 臂之速度及 C 自轉速度之代數和，而 C 在自軸上之轉數，則可謂對於 J 臂之相對速度，如 B C 二輪牙數不同時，則 C 輪的繞轉數不變，而自轉數應為 B C 兩輪牙數之比。

(B) 若 C 輪固着於 J 臂，而不與固定之 B 輪相咬合時，則 J 臂一轉時，C 僅有繞轉一周，而無自轉之作用。



第 17 圖

(C) 如 B 輪活套於 A 軸上，而與 C 輪相咬合，當 J 一轉時，C 輪仍為繞轉一周，而無自轉，唯 B 輪亦隨 J 與 C 旋轉一周而已。

根據前述，當可注意所謂相對動作 (Relative motion)，如在情形 A 下，第 17 圖之 B 輪固定時，則 B 無絕對速度，但對運動之 J 臂而言，則有與臂相反之動作。如同人立於一運動之火車上，視車外之靜止物體，似在相反方向運動，事實上該項物體係屬靜止，並未運動，但對於運動之車而言，則在運動，故此種物體對於火車之相對速度，必等於車外物體之速度，減去火車之速度。因車外物體係屬靜止，故相對速度即等於火車之速度，唯方向相反，如車外物體係在運動，本身有速度時，則仍可照上述方法推算也。根據此種理由，得用以解釋第 17 圖，即

首動輪(B)之相對速度 = B 之本身速度 - J 臂之速度。

末動輪(C)之相對速度 = C 之本身速度 - J 臂之速度。

茲設 J 臂之速度 = a，首動輪 B 之速度 = m，末動輪 C 之速度 = n，傳動值 = e，(凡首動輪與末動輪之轉向相同者，e 之值得正號，否則得負號)。

則 末動輪 C 之相對速度 = n - a

首動輪 B 之相對速度 = m - a

$$\therefore e = \frac{n-a}{m-a}$$

$$\text{或 } n = me + a - ae \dots\dots\dots (46)$$

【附註】算式正負號演化：

1. 自等號之一側，移至等號之他側，在乘法時，乘數改為除數，除數改為乘數，如在加減法時，則正數改為負數，負數改為正數，數值無符號者為正。

$$2. \begin{cases} a + (+b) = a + b. & (+a) \times (+b) = +ab \\ a + (-b) = a - b. & (-a) \times (-b) = +ab \\ a - (+b) = a - b. & (+a) \times (-b) = -ab \\ a - (-b) = a + b. & (-a) \times (+b) = -ab. \end{cases}$$

茲據公式(46)，分別討論之。

(a) B輪固定時，即 $m=0$ ，

$$\begin{aligned} \text{則 } e &= \frac{n-a}{-a} & -ae &= n-a \\ e &= -\frac{n}{a} + 1. & e-1 &= -\frac{n}{a} \\ \frac{n}{a} &= 1-e, & n &= a(1-e) \quad \text{及} \quad a = \frac{n}{1-e}. \end{aligned}$$

(b) C輪固定時，即 $n=0$ 。

$$\begin{aligned} \therefore e &= \frac{-a}{m-a} & e(m-a) &= -a \\ m-a &= -\frac{a}{e} & m &= a - \frac{a}{e} & m &= a\left(1 - \frac{1}{e}\right) \\ a &= \frac{m}{1 - \frac{1}{e}} = \frac{me}{e-1} \end{aligned}$$

(c) 臂與輪均得自由運轉時，

$$\begin{aligned} \text{則 } e &= \frac{n-a}{m-a} \\ e(m-a) &= n-a & em - ea &= n-a \\ em - ea + a &= n & em - a(e-1) &= n \\ \text{故 } n &= em + a(1-e) \end{aligned}$$

例68: 照第17圖所示機構, 設B輪=50牙, C輪=25牙, J臂之速度=12轉/分, 如B輪之速度=24轉/分, 求在下列各情形時C輪之速度。

(a) 照圖上所示虛線箭號方向運轉時。

(b) 照圖上所示實線箭號方向運轉時。

【解】 (a) 照虛線箭號所示之轉向, B之轉向與J臂相同。

$$\therefore \text{B輪之速度} = 24 \text{ R.P.M.} \quad \therefore m = 24$$

$$\text{J臂之速度爲} 12 \text{轉/分,} \quad \therefore a = 12$$

$$e = -\frac{B}{C} = -\frac{50}{25} = -2 \text{ (因兩者轉向相反, 故其前置負號)}。$$

C輪之速度 = n

$$\text{由公式(46) } n = me + a - ae$$

$$= 24 \times (-2) + 12 - 12 \times (-2)$$

$$= -48 + 12 + 24。$$

$$= -12 \text{轉。 (即C輪之轉向, 與B相反)}$$

(b) 此與 a 項相似, 所異者在 J 臂與 B 輪之轉向相反耳, 則

$$m = +24, \quad a = -12, \quad e = -\frac{50}{25} = -2$$

$$\therefore n = me + a(1 - e)$$

$$= 24 \times (-2) - 12[1 - (-2)] = -48 - 36$$

$$= -84 \text{轉/分。 (即C輪之轉向與J臂相同, 而與B輪相反)}$$

倘 m 與 a 之正負符號改調亦可, 如

$$m = -24, \quad a = +12, \quad e = -\frac{50}{25} = -2$$

$$n = me + a(1 - e)$$

$$= -24 \times (-2) + 12[1 - (-2)] = 48 + 36$$

$$= 84 \text{轉/分 (結果與上相同, 唯符號有異, 因m與a之符號更改故也)}。$$

照前列第16圖之裝置, 設傘形輪A固定於軸上, 並與B輪相咬合, B輪更與活套於軸上之C輪相咬合, B輪活套於臂之軸上, 因臂之運轉, B輪即能繞A而

轉，設 A, B, C 三輪齒數相同，均為 10 齒，則臂一轉時之 C 輪轉數，必為：

$$m(\text{A 輪})=0, \quad a=1, \quad e=-\frac{10}{10}=-1,$$

$$n(\text{C 輪})=0 \times -1 + 1 - 1 \times (-1) = 2$$

亦即臂一轉時，C 輪為二轉也。

[14] 凸輪 (Cams)

凸輪係一平板或不規則圓輪，或任何形狀之物體，具有曲線之周緣，或曲線之槽，因其軸心不在正中之位置，故繞一定之軸心旋轉時，即將機械等速連續運動，變為一部所預定之不等速或不連續之運動也。

其離軸心最近之有效圓周面，曰凸輪之跟 (The heel of a cam)，離軸心最遠之有效圓周面，曰凸輪之趾 (The toe of a cam)，由趾至軸心間之距離曰大半徑，由凸輪之跟至軸心間之距離曰小半徑，而大半徑與小半徑之差數，則曰凸輪之動程 (throw of the cam)。

凸輪之形式繁多，不勝枚舉，茲以第 18 圖所示之圓形凸輪為例，其圓心本在 O

點，但現時之軸心裝在 C 點，故 C 軸運轉時，乃使相接觸之 E F 桿發生上下動作，因 E F 桿之中心線通過 C 點，故 C 軸運轉 θ 角度時，

$$EF \text{ 桿之移動距離} = \overline{CB} - \overline{CE} = \overline{CB} - (\overline{CH} + \overline{HE})$$

$$\text{設 } \overline{OC} = \gamma, \quad \overline{OB} = \overline{OE} = r$$

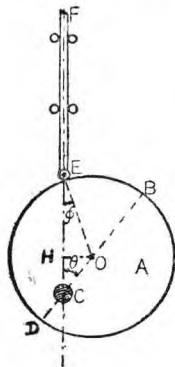
$$\therefore \overline{CH} = \overline{OC} \cos \theta = \gamma \cos \theta.$$

$$\overline{HE} = \overline{OE} \cos \phi = r \cos \phi$$

$$\therefore E \text{ 點之移動距離} = \overline{CB} - \overline{CH} - \overline{HE}$$

$$= (\gamma + r) - \gamma \cos \theta - r \cos \phi$$

$$= \gamma(1 - \cos \theta) + r(1 - \cos \phi)$$



第 18 圖

如 C 軸回轉一周時，則 E 點移動之最大距離，必等於 A 輪之大半徑減去小半徑所得之差數，亦即

$$E \text{ 點移動之最大距離} = \overline{CB} - \overline{CD}.$$

第四節 利用剛質媒介之間接傳動

[1] 剛質媒介之應用

當原動力限於機械之裝置不能直接用以工作時，乃藉媒介傳達於其他機械，以發生工作，此種媒介可分為剛質媒介，撓質媒介，空間媒介及流動媒介四種。本節僅以剛質媒介為限，其餘三種容後述之。

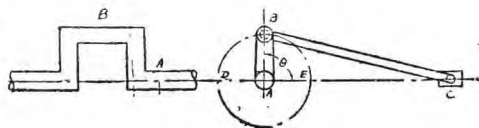
所謂剛質媒介者，即使主動體與被動體藉一種堅固之中間物連接之，而使被動體發生一定之運動。此種中間物既不能拉長，又不能壓短，故可用作拉或推的媒介物，此為剛質媒介之特點。剛質媒介有連桿，曲柄及槓桿等，或由此種複合而成的各種機構，茲分述之。

[2] 連桿 (Link)

連桿之切斷面，可為方形，圓形或其他任何形狀，其目的在拉動或推動距離較遠的物體或機構，用於紡紗機械上者甚多，如各機皮帶叉之移動及清棉機中琴式均棉裝置 (Piano Link Regulator) 之複式連桿等皆是。但普通並無計算之必要，故不贅述。

[3] 曲柄 (Crank)

普通利用曲柄之目的，在使旋轉之運動變為往復之運動，而傳至他處。如第19圖所示，A為曲柄軸，B為曲柄銷，C為被動之物體。當曲柄軸轉動時，C即得左右往復運動，其動程等於二倍曲柄(AB)之長度，至於C之來往速度為



第 19 圖

一種變速運動，各點均不相同。當 AB 甚短而 BC 甚長時，其速度等於 B 點在直徑 DE 上投影之來往速度，若以 θ 代表曲柄 AB 與半徑 AE 所成之角度， ω 代表圓速度，R 代表半徑，則

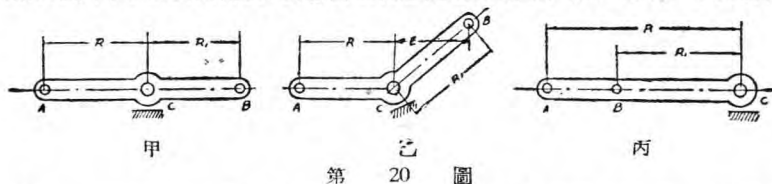
$$C\text{之瞬時速度(Instantaneous velocity)} = \omega R \sin \Theta$$

$$= 2\pi RN \sin \Theta$$

由上式可知C之速度在其行程之兩端時等於零，而在行程之中央時，約等於B點在其圓周上之直線速度，或等於 $2\pi RN$ 。

[4] 槓桿(lever)

當兩曲柄同在一軸上而互相連接時，即稱為槓桿，凡槓桿有支、力、重三點。如第20圖甲，C為支點，設A為懸掛重物之處名曰重點，設B為用以平衡槓桿施



第 20 圖

力之處，名曰力點。R為重物至支點之垂直距離，簡名曰重支距， R_1 為作用力至支點之垂直距離，簡名曰力支距，依槓桿之支點位置不同，可分作下列三種：

- (a) 第一種——支點在桿之中央，如第20圖甲及乙所示。
- (b) 第二種——重點在桿之中央，如第20圖丙所示(設C為支點，B為重點，A為力點)。
- (c) 第三種——力點在桿之中央，如第20圖丙所示(設C為支點，B為力點，A為重點)。

上列三種形式雖異，但其計算原理則同，即

$$\text{重物} \times \text{重支距} = \text{作用力} \times \text{力支距} \dots \dots \dots (47)$$

照第20圖甲，設A點所掛重物之重量為A磅，B點之施力為B磅，則

$$A \times R = B \times R_1$$

在第20圖乙，係一曲槓桿，桿臂雖屬彎曲，但重物及作用力之方向，均係垂直，故其至支點之距離，並非指桿臂之長(R_1)，而為作用力之方向至支點之距離(即E)，亦即其垂直距離也，故在曲槓桿時，上式應改為

$$A \times R = B \times E.$$

支點在中央之第一種槓桿，(第20圖甲)，如已知其槓桿全長($R + R_1$)，重物

之重量(A),及作用力(B)時,即可求出 R及R₁之值。

$$\begin{aligned} \text{因 } AR &= B \times \{(R+R_1)-R\} \\ &= B(R+R_1) - BR \\ AR + BR &= B(R+R_1) \\ R(A+B) &= B(R+R_1) \\ \therefore R &= \frac{B(R+R_1)}{A+B} \dots\dots\dots(48) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{或 } BR_1 &= A \times \{(R+R_1)-R_1\} \\ &= A(R+R_1) - AR_1 \\ BR_1 + AR_1 &= A(R+R_1) \\ R_1(B+A) &= A(R+R_1) \\ \therefore R_1 &= \frac{A(R+R_1)}{B+A} \dots\dots\dots(49) \end{aligned}$$

例69: 照第20圖甲之槓桿,將20磅之重物,掛於A處, R₁=10吋, R=6吋求在B處應施之作用力。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 } \because A \times R &= B \times R_1 \\ \therefore B &= \frac{A \times R}{R_1} = \frac{20 \times 6}{10} = 12 \text{磅。} \end{aligned}$$

例70: 照第20圖丙之槓桿,桿長R=56吋,A處重物為44磅,B處之作用力為220磅,則R₁之距離應為若干吋,始能保持平衡?

$$\text{〔解〕 } R_1 = \frac{A \times R}{B} = \frac{44 \times 56}{220} = 11 \frac{1}{5} \text{吋。}$$

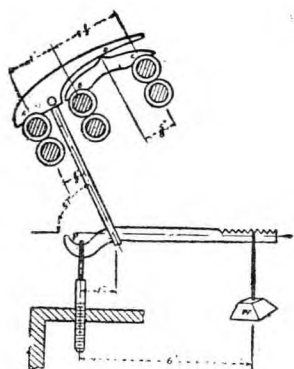
例71: 某槓桿長5呎,一端懸10磅之重物,他端懸16磅之重物,問此桿之支點當在何處,始能保持平衡?

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 由公式(48): } R &= \frac{B(R+R_1)}{A+B} \\ &= \frac{10 \times 5'}{16+10} = 1.923 \text{呎} \end{aligned}$$

即支點離16磅重物之處為1.923呎。

則支點離10磅重物之處為5-1.923=3.077呎。

例72: 茲有一種羅拉加壓裝置,如第21圖所示,試求在A,B,C及D等點之壓力。(W之重為2 $\frac{3}{4}$ 磅)。



第 21 圖

〔解〕 設以連接 A 及 P 之斜桿所作用之力為 T。

以 P 為支點， $2\frac{3}{4} \times 6'' = T \sin 57^\circ \times 1''$

$$T = \frac{11 \times 6}{4} \times \frac{1}{0.8317} = 19.66 \text{ 磅。}$$

次以 A 為支點，求 D 點之壓力

$$D \text{ 點之壓力} \times 1\frac{7}{8} = 19.66 \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore D \text{ 點之壓力} = \frac{9.83}{1.875} = 5.244 \text{ 磅}$$

$$C \text{ 點之壓力} \times 1\frac{1}{2} = 5.244 \times \frac{7}{8}$$

$$\therefore C \text{ 點之壓力} = \frac{5.244 \times 7 \times 2}{8 \times 3} = 3.059 \text{ 磅}$$

B 點之壓力 = D 點之壓力 - C 點之壓力

$$= 5.244 - 3.059 = 2.185 \text{ 磅}$$

A 點之壓力 = T - D 點之壓力

$$= 19.66 - 5.244 = 14.416 \text{ 磅}$$

以上所述均為槓桿力之作用原理，茲更述其速度之關係，設 N 代表圓速度，

因 A 之直線速度 = $2\pi RN$

B 之直線速度 = $2\pi R_1 N$

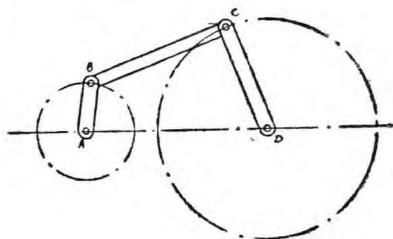
$$\therefore \frac{A \text{ 之直線速度}}{B \text{ 之直線速度}} = \frac{2\pi RN}{2\pi R_1 N} = \frac{R}{R_1}$$

故 槓桿上各點之線速度與其至支點之距離成正比。

[5] 四連桿機構 (Four bar linkage)

第22圖示一四連桿之機構，A D 固定不動，曲柄 A B 繞 A 而轉動，但曲柄 C D 則僅以 D 點為中心而左右擺動，此種機構之計算，可分兩部，一為動程，一為速度，皆可以圖解法得之。

A. 動程——如第23圖所示，以 A 為中心，(AB + BC) 為半徑，作弧交



第 22 圖

D圓於C'，再以A為中心，以(BC-AB)為半徑，作弧，交D圓於C''，則弧C'C''即為曲柄銷C之動程，當A B轉動一轉，C即在C'C''間來往一次。

B. 速度——當四連桿如第23圖所示之位置時，可用下法求之：

延長A B及D C，使相交於O點，則

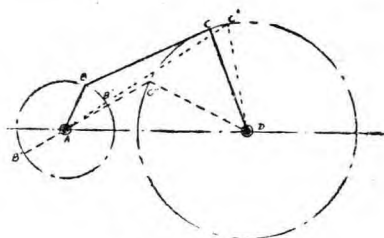
$$\frac{B\text{之直線速度}}{C\text{之直線速度}} = \frac{OB}{OC}$$

$$\therefore C\text{之直線速度} = B\text{之直線速度} \times \frac{OC}{OB},$$

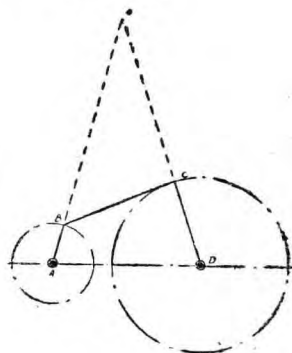
AB係以等速旋轉，故B之速度為 $2\pi(AB)N$ ，

$$\therefore C\text{之直線速度} = 2\pi N \times \frac{AB \times OC}{OB}$$

當曲柄C D甚長時，C之運動近似直線，如此時A B甚短，而B C甚長，則C之運動與本節第三項所述之情形相同。



第 23 圖



第 24 圖

第五節 利用撓質媒介之間接傳動

[1] 撓質媒介之應用

因撓質媒介可以捲曲，故祇能用於拉而不能用於推的動作，此為與剛質媒介不同之點，此種媒介，有皮帶，繩索，鏈條等等，其中以皮帶為最重要。

欲使動力由一軸傳達於他軸，可於軸上各裝一輪，而於輪上套以皮帶，則一輪轉動時，他輪藉皮帶而轉動矣。裝置於原動軸者曰原動輪，裝於被動軸者曰被動輪。

[2] 皮帶之種類

以皮帶繞於皮帶盤之方法不同，大致分開口式 (open belt) 及交叉式 (Cro-

ssed belt)二種。如25圖所示者為開口式，兩輪之轉動方向相同，第26圖所示者為交叉式，兩輪之轉動方向相反。

製造皮帶之原料，通常採用牛皮，在氣候太濕之地帶，有以橡皮與纖維混合製成者。

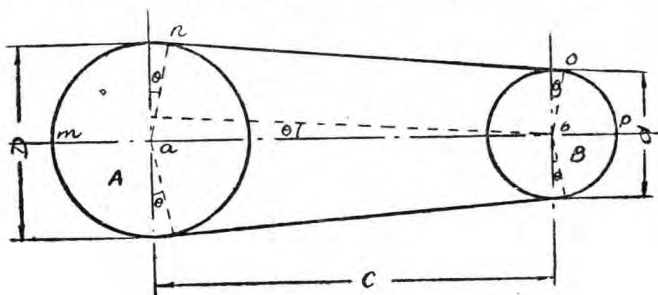
以皮帶之厚度而分，則有單層帶 (single belt)，雙層帶，三層帶，及四層帶等之別。單層帶用一層皮製成，約 $\frac{3}{16}$ 吋厚，以雙層接合者曰雙層帶，約 $\frac{5}{16}$ 至 $\frac{3}{8}$ 吋厚。

[3] 皮帶盤之實際表面與作用線

未繞於皮帶盤前之皮帶邊緣，若此帶製造良好，其上表面與底面之長度相等並互相平行，以此帶繞於皮帶盤上，使皮帶之底面，與皮帶盤相接觸，而皮帶之上表面則曲成圓形，此圓之半徑當較皮帶盤大 $2P$ (P 為皮帶厚度 $\frac{1}{2}$)，同時皮帶之外部，須略形伸展，內部則稍緊縮，但在上表面與底面之間，必有既不伸展亦不緊縮之一部，此部即名為中立部 (Neutral Section)，皮帶之中立部常假定在外表面與內表面之間，且與皮帶盤之圓表面成為切線，此即係皮帶盤之實際表面，(Pitch surface) 其半徑謂皮帶盤之有效半徑 (Effective radius)，在皮帶之中立部，及其闊度適中之線，即為此兩皮帶盤間之作用線 (Line of Connection)。

[4] 皮帶盤之直徑與速度之關係

如第25圖，設皮帶盤A之直徑為 D ，皮帶盤B之直徑為 d ，皮帶一半之厚度為



第 25 圖

P ， a 軸之速度為每分鐘 N 轉， b 軸之速度為每分鐘 n 轉，並設皮帶與皮帶盤間

並無滑脫損失，則皮帶盤 A 實際表面之直線速度 = $\pi N (D + 2P)$

皮帶盤 B 實際表面之直線速度 = $\pi n (d + 2P)$

如皮帶之速度 = 皮帶盤實際表面之速度，

$$\text{則 } \pi N(D + 2P) = \pi n(d + 2P)$$

$$\text{或 } \frac{N}{n} = \frac{d + 2P}{D + 2P}$$

皮帶厚度與皮帶盤之直徑相較，其值甚小，故可略去不計，

$$\text{即 } \frac{N}{n} = \frac{d}{D} \dots\dots\dots(50)$$

例73：如第25圖上之 a 軸速度每分鐘為 360 轉，其上裝有直徑 24 吋之皮帶盤，與 b 軸上直徑 36 吋之皮帶盤，用皮帶相連接，求 b 軸之速度，

$$\text{〔解〕 代入公式(50)， } \frac{360}{\text{b 軸之速度}} = \frac{36}{24}$$

$$\therefore \text{ b 軸之速度} = \frac{24}{36} \times 360 = 240 \text{ 轉/分}$$

例74：每分鐘 210 轉之 a 軸，為一每分鐘 140 轉之 b 軸藉皮帶所傳動，b 軸上裝有 30 吋直徑之皮帶盤，問 a 軸上皮帶盤之大小如何？

$$\text{〔解〕 代入公式(50)得 } \frac{210}{140} = \frac{30}{x}$$

$$\therefore x = \frac{30 \times 140}{210} = 20 \text{ 吋。 (a 軸皮帶盤之直徑)。}$$

[5] 皮帶之長度

如已知皮帶盤軸心間之距離，及皮帶盤之大小，欲求所需皮帶之長度時，可用鋼卷尺量之，並約略計算皮帶之伸張（每 10 呎約 1 吋）即得，但如以算式計算，則因開口式或交叉式而異，茲分別說明如下：

A. 開口式：——如第 25 圖，設 L = 皮帶之長度， D 及 d 為皮帶盤之直徑， C 為兩軸間之距離。

$$L = 2(mn + no + op) = \left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)D + 2C \cos \theta + \left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)d.$$

$$= \frac{\pi}{2}(D + d) + \theta(D - d) + 2C \cos \theta \dots\dots\dots(51)$$

$$\text{此處 } \sin \theta = \frac{an - bo}{C} = \frac{D - d}{2C} \quad \cos \theta = \sqrt{1 - \frac{(D - d)^2}{4C^2}}$$

在開口式， θ 甚小，故 θ 幾與 $\sin \theta$ 相等，則

$$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{2C} + 2C\sqrt{1 - \frac{(D-d)^2}{4C^2}} \text{ 近似}$$

$$= \frac{\pi}{2}(D+d) + 2C\left\{ \frac{(D-d)^2}{4C^2} + \sqrt{1 - \frac{(D-d)^2}{4C^2}} \right\} \text{ 近似}$$

根據二項式定理 $(1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)}{1 \times 2} x^2 + \dots + \frac{n}{r} x^r + \dots + x^n$

$$\therefore \left[1 - \frac{(D-d)^2}{4C^2} \right]^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \times \frac{(D-d)^2}{4C^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} - 1 \right) \frac{(D-d)^4}{1 \times 2 \times 16C^4} - \dots$$

右方第三項，因 $C > (D-d)$ ，故結果為一分數，且以其四次方，方數愈多，其值愈小，故此項可略去不計。

$$\therefore \left[1 - \frac{(D-d)^2}{4C^2} \right]^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{(D-d)^2}{8C^2}$$

$$\text{或 } L = \frac{\pi}{2}(D+d) + 2C \left\{ \frac{(D-d)^2}{4C^2} + 1 - \frac{(D-d)^2}{8C^2} \right\}$$

$$\text{或 } L = \frac{\pi}{2}(D+d) + 2C + \frac{(D-d)^2}{4C} \text{ 近似} \dots \dots \dots (52)$$

上式中，如 D, d ，及 C 以呎為單位，則 L 之單位亦為呎，如 D, d ，及 C 以吋為單位， L 亦為吋。

倘兩皮帶盤之直徑相同時，則皮帶之長度

$$L = \frac{\pi(D+d)}{2} + 2C \dots \dots \dots (53)$$

有時兩皮帶盤之直徑雖不相同，亦應用(53)式計算皮帶之長度，以其計算較為簡便，而差誤尚小也。

例75：某主動及被動皮帶盤之直徑為32吋及16吋，兩軸之中心距離為25呎，如用開口式皮帶，求所需皮帶之長度。

〔解〕 用公式(53)， $L = \frac{\pi(32+16)}{2 \times 12} + 2 \times 25 = 56$ 呎3.34吋。

因兩皮帶盤之直徑相差較大，故實際上所用皮帶長度，應較上列計算長度稍長2或3吋為宜。

B. 交叉式——如第26圖

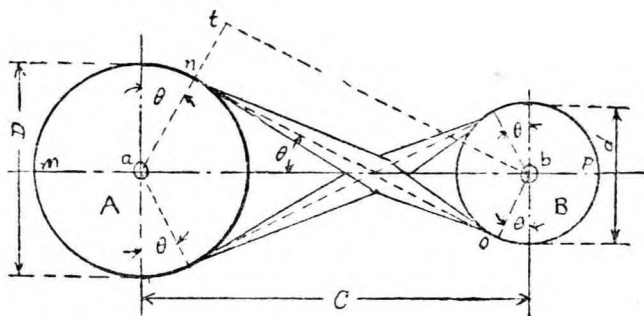
$$L = 2(mn + no + op)$$

$$= \left(\frac{\pi}{2} + \theta \right) D + 2C \cos \theta + \left(\frac{\pi}{2} + \theta \right) d$$

$$= \left(\frac{\pi}{2} + \Theta \right) (D+d) + 2C \cos \Theta \dots\dots\dots (54)$$

此處 $\sin \Theta = \frac{at}{ab} = \frac{an+bo}{ab} = \frac{D+d}{2C}$

$$\cos \Theta = \sqrt{1 - \left(\frac{D+d}{2C} \right)^2}$$



第 26 圖

例76：條件同例75，唯改用交叉式皮帶，試求其長度。

〔解〕 $\because \sin \Theta = \frac{D+d}{2C} = \frac{32+16}{2 \times 25 \times 12} = 0.08$

$\therefore \Theta = 4^\circ 35' \quad \cos \Theta = 0.99714$

由公式(54)， $L = \left(\frac{\pi}{2} + \Theta \right) (D+d) + 2C \cos \Theta$

$$= (1.5715 + 0.0785) \left(\frac{32+16}{12} \right) + 2 \times 25 \times 0.99714$$

$$= 6.6 + 49.857 = 56.457' = 56 \text{ 呎 } 5 \frac{1}{2} \text{ 吋。}$$

C. 約計成捲皮帶長度法。

$$\text{約計成捲皮帶長度(呎)} = \left(\frac{\text{外徑(吋)} + \text{內徑(吋)}}{2 \times 12} \right) \times \pi \times \text{圈數。}$$

$$= \{ \text{外徑(吋)} + \text{內徑(吋)} \} \times 0.1309 \times \text{圈數。}$$

例77：捲好皮帶一盤，外徑14吋，內徑6吋，共44圈，求皮帶長度。

〔解〕皮帶長度 = $(14+6) \times 0.1309 \times 44 = 115.192 \text{ 呎}$ ，

[6] 皮帶之張力(Tension in a belt)

如第25圖，皮帶盤A固定於a軸，皮帶盤B固定於b軸，若軸於停止時，使皮

帶緊張於皮帶盤上，則皮帶受有一定磅數之張力，此種張力之大小，在皮帶各部大致相同，謂之初張力 (Initial Tension)，而以 T_0 表示之，若用外力使 a 軸依時針方向轉動，則皮帶下部緊張，其所受之張力 (T_1) 增加，而皮帶上部鬆弛，其張力 (T_2) 則減少，亦即 $T_1 > T_0$, $T_2 < T_0$ ，若皮帶與皮帶盤 B 附着甚密切，則 T_1 即使 B 輪亦照時鐘方向而轉動，但因有對 a 軸可轉之抗力關係，致 B 之被動力，實係 T_1 與 T_2 之差數，此種張力之差數，名為皮帶之有效張力 (Effective Pull)，而以 E 表示之，即

$$T_1 - T_2 = E \dots\dots\dots (55)$$

[註] E=40~60磅(單層皮帶), E=60~90磅(雙層皮帶)

[7] 皮帶之工率 (Power of belt)

皮帶工率之大小，依照其速度，強力，及其與滑輪表面之附着力決定之，皮帶傳動之速度，通常設與滑輪之表面速度相同，至皮帶之強力則依其闊、厚，及其製造原料而定，至於與滑輪附着之程度則視滑輪之表面與皮帶之表面相接觸時，有無滑動現象，以及皮帶套於滑輪上，是否有適宜之緊張而定。

工率之單位通常用呎磅表示，凡以一磅之力而完成移動一呎之工作者曰 1 呎磅，如將 12 磅之重物移動 $\frac{1}{12}$ 呎者，則其工作，即為 $12 \times \frac{1}{12} = 1$ 呎磅，如在一分鐘內完成此工作者，即謂完成每分鐘 1 呎磅之工作，如完成每分鐘 33000 呎磅之工作者曰 1 匹馬力，簡寫作 1 H. P. 如某機能担任一匹馬力之工作者，即此機能以每分鐘 33000 呎之速度移動 1 磅之重物。或以每分鐘 1 呎之速度移動 33000 磅重物之意也。

註 1: 兩皮帶盤之直徑，不能相差六倍，否則不能得良好之效果。

註 2: 皮帶速度以不超過每分鐘 3500 呎為宜。

[8] 皮帶傳動之馬力

由前得知，皮帶賴有效張力而傳動，則 $E \times$ 皮帶速度 (呎/分) = 皮帶每分鐘所完成之工作 (呎磅)，再除以 33000，即得皮帶傳動之馬力，若以 N 表示軸之速度，D 表示皮帶盤之直徑，即得下式：

$$\frac{\text{皮帶速度(呎/分)} \times E}{33000} = \text{H. P.} \dots\dots\dots (56)$$

$$\text{或 } \frac{\pi DN(T_1 - T_2)}{33000} = \text{H. P.} \dots\dots\dots (57)$$

觀上式，可知 T_1 與 T_2 之差數愈大，則皮帶所傳動之馬力亦愈大，但據一般研究之結果， $\frac{T_1}{T_2}$ 之比值，總以不超過 $\frac{7}{3}$ 為宜，而離心力不計時，雙層皮帶每吋闊之最大張力約為140磅，單層皮帶約為75磅/吋。

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{3} \quad T_1 = 140 \quad T_2 = \frac{140 \times 3}{7} = 60 \text{磅/吋}$$

$$\therefore T_1 - T_2 = 140 - 60 = 80 \text{磅/吋 (雙層皮帶每吋闊之最大有效張力)}$$

$$\text{同理: } \frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{3}, \quad T_1 = 75 \quad T_2 = \frac{75 \times 3}{7} = 32$$

$$\therefore T_1 - T_2 = 75 - 32 = 43 \text{磅/吋 (單層皮帶每吋闊之最大有效張力)}$$

以此值代入(56)得：

$$\frac{\text{皮帶速度(呎/分)} \times 43 \times \text{皮帶闊度(吋)}}{33000} = \text{H. P.}$$

(單層皮帶傳動之馬力).....(58)

$$\frac{\text{皮帶速度(呎/分)} \times 80 \times \text{皮帶闊度(吋)}}{33000} = \text{H. P.}$$

(雙層皮帶傳動之馬力).....(59)

依上列二式，所得之結果，並非絕對正確，一以皮帶之速度，未計算其離心力，一以43及80兩數，亦係近似值，用以便於計算耳。

此外密爾勒氏(Millwrights)根據經驗而得一計算皮帶傳動馬力之式如下：每吋闊之單層皮帶每分鐘經過1000呎，即傳動一馬力，每吋闊之雙層皮帶每分鐘經過560呎即傳動一馬力。

$$\therefore \frac{\text{皮帶速度(呎/分)} \times \text{皮帶闊度(吋)}}{1000} = \text{H. P. (單層皮帶)} \dots (60)$$

$$\frac{\text{皮帶速度(呎/分)} \times \text{皮帶闊度(吋)}}{560} = \text{H. P. (雙層皮帶)} \dots (61)$$

例78：某軸固有48"皮帶盤，以180 R. P. M.之速度而運轉，用8吋闊之雙層皮帶套於他軸之皮帶盤，求此皮帶傳動之馬力。

【解1】用公式(59)：皮帶速度 = $\frac{\pi \times 48}{12} \times 180 = 2262$ (呎/分)

$$\frac{2262 \times 80 \times 8}{33000} = 43 \frac{1}{2} \text{ H. P.}$$

〔解2〕用公式(61):

$$\frac{2262 \times 8}{550} = 32 \text{ H. P.}$$

觀上列兩解法，答數相差甚大，用 Millwrights rule 者之答數較小25%，但速度甚大時，如將離心力加入計算，此種差誤，不能認為甚大，故此種計算僅可表示其近似值。如皮帶載重太大，則其壽命必短，此不可不注意者也。

例79：茲有一200 R. P. M.之軸，為一24吋皮帶盤上之單層皮帶所傳動，計需15 H. P.，求皮帶所需之闊度？

〔解1〕用公式(53):

$$\text{皮帶速度} = \frac{24\pi}{12} \times 200 = 1257 \text{ 呎/分}$$

$$\text{則 } \frac{1257 \times 43 \times \text{闊度}}{33000} = 15 \quad \therefore \text{闊度} = \frac{15 \times 33000}{1257 \times 43} = 9 \text{ 吋(約)}$$

〔解2〕用公式(60):

$$\frac{1257 \times \text{闊度}}{1000} = 15 \quad \therefore \text{闊度} = \frac{15000}{1257} = 12 \text{ 吋(約)}$$

此二解法，表示以密爾勒氏法則求出者，宜用一較闊之皮帶。

例80：A, B兩軸為一12"雙層皮帶所接連，計荷72 H. P.，A為主動軸，其速為240 R. P. M.，B軸之速為180 R. P. M.，試用密爾勒氏法則，求A, B兩軸上皮帶盤之大小。

〔解〕用公式(61):

$$\frac{\text{皮帶速度} \times 12}{560} = 72 \quad \therefore \text{皮帶速度} = \frac{72 \times 560}{12} = 3350 \text{ 呎/分}$$

∴ B軸為180 R. P. M.，設X=B軸上皮帶盤之直徑，

$$\pi X \times 180 = 3350 \quad X = \frac{3360}{180\pi} = 5.94 \text{ 呎} = 71.28 \text{ 吋}$$

因皮帶盤之大小，並不採用小數，故此處即用72吋。

又因 $\frac{\text{A軸上之皮帶盤}}{\text{B軸上之皮帶盤}} = \frac{180}{240}$

$$\therefore \text{A軸上之皮帶盤} = 72 \times \frac{180}{240} = 54 \text{ 吋}$$

附註 電動力之單位為瓦特(watt)，瓦特=電壓(volt)×電流(ampere)。

K. W. = Kilowatts = 仟瓦 = 1000瓦

每小時應用之電力KW稱為電度(K. W. H.)

1 馬力=0.7457 K. W.

1 KW=1.341 馬力。

[9] 階級皮帶盤(Stepped pulleys)

如欲主動軸之速度保持一定，而被動軸之速度得隨需要以更改時，乃有階級皮帶盤(或稱寶塔皮帶盤)之裝置，如第27圖所示，設A軸為主動，每分鐘為N轉，當皮帶在實線位置時，A軸上作用皮帶之直徑為D，B軸上為d，如以n表示B軸之速度，則 $\frac{n}{N} = \frac{D}{d}$ ，倘皮帶移至虛線位置時，主動皮帶盤之直徑為 D_x ，被動者為 d_x ，以 n_x 表示B軸之速度，則 $\frac{n_x}{N} = \frac{D_x}{d_x}$ 。故皮帶移至不同之各級時，被動軸之速度，即可改變，設計此種裝置，須注意兩點：(1)每對皮帶盤直徑之比例須與期望之速度比率相符，(即 $\frac{n_x}{N} = \frac{D_x}{d_x}$)。 (2)各級皮帶盤(主動與被動)直徑之大小，須配置適當，以便使用同長度之皮帶，而仍可保持皮帶之緊張，在交叉式時， $D_x + d_x = D + d$ ，而在開口式時 $D_x + d_x = (D + d) + \frac{(D - d)^2 - (D_x - d_x)^2}{2C\pi}$ ，其詳可見下述(10)(11)兩項。

[10] 階級皮帶盤之直徑與交叉式皮帶之關係

如第27圖，設傳動中之D, N, n, n_x 及C為已知，並設用交叉式皮帶拉動，試求 D_x 及 d_x 之值。

第一步，先由公式 $\frac{n}{N} = \frac{D}{d}$ ，可求得d，於是(D+d)之值可知，

再由公式(54)，皮帶在D及d時之長度 $= (\frac{\pi}{2} + \Theta)(D + d) + 2C \cos \Theta$ 。

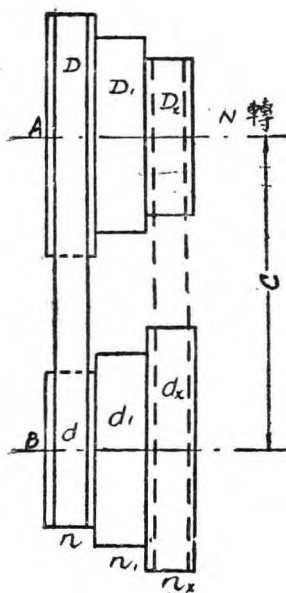
若皮帶在 D_x 及 d_x 時，皮帶之長度 $= (\frac{\pi}{2} + \Theta_x)(D_x + d_x) + 2C \cos \Theta_x$

因在各級上須用同一長度之皮帶，故上列二式須相等，即

$$\left(\frac{\pi}{2} + \Theta\right)(D + d) + 2C \cos \Theta = \left(\frac{\pi}{2} + \Theta_x\right)(D_x + d_x) + 2C \cos \Theta_x$$

因C係一定之數，而 Θ 依C及(D+d)決定，故欲適合前式，必須

$$D_x + d_x = D + d \dots\dots\dots (62)$$



第 27 圖

例81: 設第27圖, $D=16$ 吋, $N=120$ 轉, $n=192$ 轉, $n_1=160$ 轉, $n_x=80$ 轉, 用交叉式皮帶, 求各皮帶盤之直徑。

$$〔解〕 \text{ 由 } \frac{n}{N} = \frac{D}{d} \quad \frac{192}{120} = \frac{16}{d}$$

$$d = \frac{16 \times 120}{192} = 10 \text{吋。}$$

$$D + d = 16 + 10 = 26 \text{吋} = D_1 + d_1$$

$$\frac{D_1}{d_1} = \frac{160}{120} = \frac{4}{3} \quad D_1 = \frac{4}{3} d_1$$

$$\frac{4}{3} d_1 + d_1 = 26 \quad \therefore d_1 = 11 \frac{1}{7} \text{吋}$$

$$D_1 = 26 - 11 \frac{1}{7} = 14 \frac{6}{7} \text{吋。}$$

$$D_x + d_x = 26 \quad \frac{D_x}{d_x} = \frac{80}{120} = \frac{2}{3}$$

$$D_x = \frac{2}{3} d_x \quad \therefore \frac{2}{3} d_x + d_x = 26$$

$$\therefore d_x = 15.6 \text{吋。}$$

$$D_x = 26 - 15.6 = 10.4 \text{吋。}$$

[11]階級皮帶盤之直徑與開口式皮帶之關係

如第27圖, 將皮帶以開口式套於 D 及 d 上, 則所需之皮帶長度, 依照公式 (52) 得 $L = \frac{\pi}{2}(D+d) + 2C + \frac{(D-d)^2}{4C}$, 當皮帶移至 D_x 及 d_x 時, 則其長度應為 $L_x = \frac{\pi}{2}(D_x + d_x) + 2C + \frac{(D_x - d_x)^2}{4C}$ 因該兩級上係用同一長度之皮帶, 故 L 必須與 L_x 相等, 亦即

$$\frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4C} = \frac{\pi}{2}(D_x + d_x) + \frac{(D_x - d_x)^2}{4C} \dots \dots \dots (63)$$

上式均乘以 $4C$, 得 $2C\pi(D+d) + (D-d)^2 = 2C\pi(D_x + d_x) + (D_x - d_x)^2$

$$\text{或 } D_x + d_x = (D+d) + \frac{(D-d)^2 - (D_x - d_x)^2}{2C\pi}$$

由(63)式可知, 在開口式時 $(D_x + d_x)$ 並不與 $(D+d)$ 相等, 此與交叉式不同。

例82: 如第27圖, 兩軸間之距離為24吋, $D=18$ 吋, $N=150$ 轉, $n=900$ 轉, $n_1=450$ 轉, $n_x=75$ 轉, 試用開口式皮帶, 求各階級皮帶盤之大小。

$$\text{【解】 } \frac{n}{N} = \frac{D}{d} \quad \frac{900}{150} = \frac{18}{d} \quad \therefore d = \frac{150 \times 18}{900} = 3 \text{吋。}$$

$$\text{代入(63) } \frac{\pi}{2}(18+3) + \frac{(18-3)^2}{4 \times 24} = \frac{\pi}{2}(D_1+d_1) + \frac{(D_1-d_1)^2}{4 \times 24}$$

$$\text{又因 } \frac{n_1}{N} = \frac{D_1}{d_1} \quad \frac{450}{150} = \frac{D_1}{d_1}, \text{ 或 } D_1 = 3d_1$$

$$\text{解之得 } d_1 = 5.43 \text{吋} \quad D_1 = 16.29 \text{吋。}$$

$$\text{同理, } \frac{\pi}{2}(18+3) + \frac{(18-3)^2}{4 \times 24} = \frac{\pi}{2}(D_x+d_x) + \frac{(D_x-d_x)^2}{4 \times 24}$$

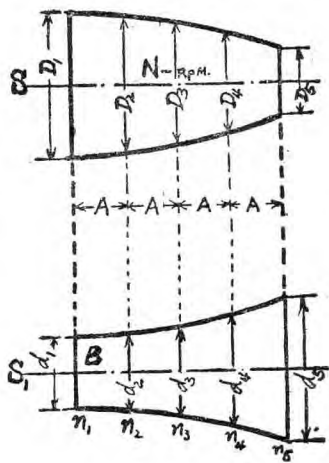
$$\frac{n_x}{N} = \frac{D_x}{d_x} \quad \frac{75}{150} = \frac{D_x}{d_x} \quad \text{或 } d_x = 2D_x$$

$$\text{解之得 } D_x = 7.38 \text{吋, } d_x = 14.76 \text{吋。}$$

觀上式可知 $(D+d)$ 之和與 (D_1+d_1) 相差約 $\frac{3}{4}$ 吋，而與 (D_x+d_x) 相差將近 $1\frac{3}{16}$ 吋，唯在普通情形下，兩軸之距離恆較例(82)為大，且其速率之比並不過大，因之相差數必遠較上述為小，故平常仍用 $D+d=D_1+d_1=D_x+d_x$ 計算之，如此皮帶之緊張度雖有不同，但以其相差甚小，可不必注意。

[12] 圓錐輪 (Speed Cones) 俗稱鐵炮

階級皮帶盤雖能改變速度，而有突然增減之缺憾，倘欲使被動軸之速度逐漸增減，則須用圓錐輪裝置，圓錐輪之外表面，或為直線形，或為曲線形，此種裝置之皮帶盤直徑，係以皮帶闊度適中之處所在圓錐輪之位置計算之。依照所需要之速度，配置圓錐輪各部之直徑，其方法與階級式相似，如已知圓錐輪之長度及其所需各種不同之速度，可在圓錐輪全長中，依照不同速度種數，均分為若干等份，如第28圖上之圓錐輪，以 A 等份之長度，均分為四等份，即可計算 n_1, n_2, \dots, n_5 等五種速度所需之直徑 d_1, d_2, \dots, d_5 矣。每部份之直徑，可照下法計算而得：



第 28 圖

設已知圓錐輪之最大直徑為 D_1 或 d_5 ，及其最小直徑為 D_5 或 d_1 ，

則圓錐輪直徑之和 $=D_1+d_1=K$

設上圓錐輪為定速輪，其速度固定不變 $=N$

下圓錐輪為變速輪，其速度可變動 $=n_1$

當下圓錐輪之速度為 n_1 時，設上圓錐輪之直徑 $=D_1$ 則

下圓錐輪之直徑 $d_1=K-D_1$ $D_1 \times N=(K-D_1) \times n_1$

即 $D_1 \times N=Kn_1-D_1 n_1$ 或 $D_1(N+n_1)=Kn_1$

$$\therefore D_1 = \frac{Kn_1}{N+n_1} \dots\dots\dots(64)$$

\therefore 定速圓錐輪之直徑 $=\frac{\text{兩輪直徑之和} \times \text{變速圓錐輪之速度}}{\text{兩輪速度之和}}$

定速圓錐輪之直徑 D_1 既已求出，則變速圓錐輪之直徑，必等於 $K-D_1$ 。

[13] V 形橡皮帶(三角皮帶)

倘主動輪與被動輪之直徑相差甚大，而兩軸之距離又甚近時，則不宜用普通皮帶拉動，因皮帶與小皮帶輪接觸甚少，易生滑脫也。為克服此種困難起見，乃有應用溝槽輪及V形橡皮帶之必要，V形橡皮帶有A, B, C, D, E五種，如下表所示，其頂部之闊自 $\frac{1}{2}$ 吋至 $1\frac{1}{2}$ 吋，深 $\frac{11}{32}$ ~1吋。傳動之馬力自2.8~23.5，倘需較大之動力時，可用數根皮帶並列拉動之，每根長度有一定之呎吋，其傳動正確，滑脫少，無聲無震，且其中斷裂一根時，其他各根仍能拉動不致停車，此均三角皮帶之優點也。

VII. 各式三角皮帶盤及其溝槽(閱第29圖)

式	三角皮帶切斷面		T	H	傳動馬力	皮帶盤最小直徑		溝形角度 θ
	W	F				P	O(外徑)	
A	$\frac{1''}{2}$	$\frac{11''}{32}$	$\frac{3''}{32}$	$\frac{1''}{2}$	5H.P. 以下	4''	$4\frac{11''}{32}$	$35^\circ \sim 40^\circ$
B	$\frac{21''}{32}$	$\frac{7''}{16}$	$\frac{5''}{32}$	$\frac{5''}{8}$	3~20H.P.	6''	$6\frac{7''}{16}$	$35^\circ \sim 40^\circ$
C	$\frac{7''}{8}$	$\frac{9''}{16}$	$\frac{3''}{16}$	$\frac{13''}{16}$	10~50H.P.	8''	$8\frac{9''}{16}$	$36^\circ \sim 40^\circ$
D	$1\frac{1''}{4}$	$\frac{3''}{4}$	$\frac{7''}{32}$	1''	70~150H.P.	12''	$12\frac{3''}{4}$	$35^\circ \sim 40^\circ$
E	$1\frac{1''}{2}$	1''	$\frac{1''}{4}$	$1\frac{1''}{4}$	100~350H.P.	20''	21''	$35^\circ \sim 40^\circ$

關於三角皮帶傳動方面，應注意下列各點：

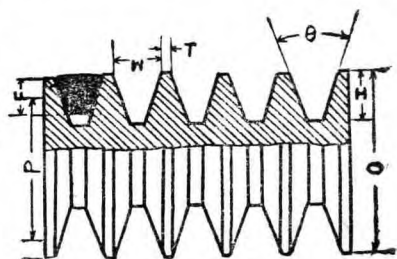
1. 回轉數之比，以不超過1:8為宜。
2. 兩軸間之中心距離比大皮帶盤之直徑稍大為宜。

最適當之中心距離為 $C = \frac{1}{2}(D+d)+2$ 以至 $C=2(D+d)$

3. 小皮帶盤接觸點之角度，不能小於120度。

4. 三角橡皮帶盤之工作直徑，可以溝槽盤之外徑減去皮帶厚度，或以溝槽盤之內徑加入皮帶厚度計算之。

5. V形皮帶每根可以傳動之馬力如表VIII所示：



第 29 圖

VIII. V形皮帶每根傳動之馬力表(皮帶盤之接觸角度為180度)

速 度(呎)	A 式	B 式	C 式	D 式	E 式
800	.7	1.0	2.5	4.5	6.1
1000	.9	1.2	3.0	5.5	7.5
1100	.9	1.3	3.2	6.0	8.2
1200	1.0	1.4	3.4	6.5	8.9
1300	1.1	1.5	3.6	7.0	9.6
1400	1.2	1.6	3.8	7.5	10.3
1500	1.3	1.7	4.0	8.0	11.0
1600	1.4	1.8	4.3	8.5	11.6
1700	1.5	1.9	4.6	9.0	12.2
1800	1.6	2.0	4.9	9.5	12.8
1900	1.7	2.1	5.2	10.0	13.4
2000	1.8	2.2	5.5	10.5	14.0
2100	1.8	2.3	5.7	10.9	14.6
2200	1.9	2.4	5.9	11.3	15.2
2300	1.9	2.5	6.1	11.7	15.8
2400	2.0	2.6	6.3	12.1	16.4
2500	2.1	2.7	6.5	12.5	17.0
2600	2.2	2.8	6.7	12.9	17.5
2700	2.3	2.9	6.9	13.3	18.0
2800	2.3	3.0	7.1	13.7	18.5
2900	2.4	3.1	7.3	14.1	19.0
3000	2.4	3.2	7.5	14.5	19.5
3100	2.5	3.3	7.7	14.8	20.0
3200	2.5	3.4	7.9	15.1	20.5

3300	2.6	3.5	8.1	15.4	21.0
3400	2.6	3.6	8.3	15.7	21.5
3500	2.7	3.7	8.5	16.0	22.0
3600	2.7	3.8	8.7	16.3	22.5
3700	2.8	3.9	8.9	16.6	23.0
3800	2.8	4.0	9.0	16.9	23.5
3900	2.9	4.1	9.1	17.2	24.0
4000—5000	2.9	4.2	9.2	17.5	24.5

6. 三角皮帶根數之決定法；

設 K = 皮帶盤接觸度校正因數 (Arc of Contact correction factors), 因接觸度小於 180 度時, 每小 3 度傳動馬力減低 1%, 正確之校正因數計算如下:

$$\text{接觸減小度} = \frac{(\text{大徑皮帶盤直徑} - \text{小徑皮帶盤直徑}) \times 60}{\text{中心距離(吋)}}$$

接觸減小度	0	6	13	20	26	33	40	46	53	60
校正因數 K	1	0.99	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.83

表 VIII 所載傳動馬力 $\times K$ = 每根皮帶實際傳動馬力。

皮帶盤實際接觸度 = $180^\circ - \text{接觸減小度}$ 。

表 VIII 所示三角皮帶負載馬力定額, 乃指平常運轉時之馬力而言, 但如起動過重, 摩擦之阻力等, 並未包括在內, 故於計算需用皮帶根數時, 應照原動機馬力增加若干成, 作為實需馬力, 其所加成數名曰應用因數 (service Factors), 茲以紡織機械應用因數 F 代之, 此數因負荷種類而異, 普通為 1.2~1.4, 即增加 2 成至 4 成之意, 印染機應用係數為 1.2~1.3。

皮帶傳動總共馬力 = 馬達馬力 \times 應用因數。

$$\therefore \text{三角皮帶根數} = \frac{\text{所需傳動馬力} \times F}{\text{一根皮帶傳動馬力} \times K} \dots\dots\dots (65)$$

例 83: 大徑皮帶盤直徑為 14 吋, 小徑皮帶盤直徑為 9 吋, 中心距離為 15 吋, 傳動速度為 3000 呎/分, 傳動馬力為 10 匹, 以 C 式皮帶傳動, 求應用皮帶之根數。

【解】 接觸減小度 = $\left(\frac{14-9}{15}\right) \times 60 = 20$. $K = 0.95$ $F = 1.4$

$$\text{皮帶根數} = \frac{10 \times 1.4}{7.5 \times 0.95} = 1.96 = 2 \text{ 根。}$$

[14] 傳動軸

傳動軸可分主軸(Main shaft), 線軸(line shaft) 及支軸(Counter shaft) 三種, 與發動動力之馬達相連者曰主軸, 將動力自主軸傳動至各部者曰線軸, 再由線軸傳動至支軸, 動力乃由支軸傳至機械本身也。

鑄鉄地軸可以傳動之馬力如次:

$$H.P = \frac{\text{地軸直徑之立方積} \times \text{每分鐘轉數}}{100} \dots\dots\dots(66)$$

如用鋼地軸時, 則除以50可也。

例84: 3吋直徑之地軸, 每分鐘100轉, 試求其傳動馬力。

【解】 鑄鉄地軸傳動馬力 = $\frac{3^3 \times 100}{100} = 27 \text{ H. P.}$

鋼地軸傳動馬力 = $\frac{3^3 \times 100}{50} = 54 \text{ H. P.}$

例85: 地軸直徑3吋, 求其軸承中心距離。

【解】 軸承之中心距離(呎) = $5 \times \sqrt[3]{\text{地軸之直徑(吋)}^2} \dots\dots\dots(67)$

軸承之中心距離 = $5 \times \sqrt[3]{3^2} = 10.3 \text{ 呎.}$

[15] 繩輪及鏈輪

將一軸之迴轉運動傳達於他軸, 如傳達之動力甚大, 且距離亦較遠時, 則多用繩以代替皮帶, 因皮帶之厚與寬, 均有相當之限度, 而增加繩數則較為便利也。

繩有棉或麻製之纖維繩及鋼絲或鉄絲製之鋼絲繩兩種, 繩輪之周緣, 恆有若干平行之小槽, 以約束繩在繩輪上之位置, 繩槽兩邊成V字形, 其所成之角度, 多為45°或60°, 至於鋼絲繩對繩輪, 傷損較大, 故其輪槽製為平圓形, 使繩與槽底完全接觸, 而於槽底填以樹膠木材或皮革等富有彈性之物, 以免鋼鉄之相互摩擦,

因皮帶與繩傳達動力時, 其兩軸轉數之比, 多不能絕對一定, 以其鬆緊程度不同, 滑動之程度, 乃生變化, 而兩軸之回轉數隨之以變, 若用鏈輪, 則傳動速度較為正確。

第六節 利用空間及流動媒介之間接傳動

[1] 空間媒介

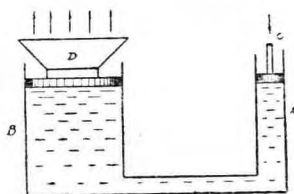
空間媒介之應用，較上述兩種為少。普通之空間媒介為應用磁力線以傳達運動，如併條機電氣自動停止裝置中之電磁鐵，即為其例。當運轉不正常時，電流通過環繞電磁鐵之線圈，因而發生磁力線，吸動前面的一塊鐵片，使機器停止運轉。

磁力線之吸引力與其強度成正比，而與其至鐵片距離之平方成反比。若強度增強一倍，則吸引力亦增加一倍，但若距離增大一倍，則吸引力僅及原來之四分之一矣。

[2] 流動媒介

流動媒介乃利用水或油等液體之壓力，以傳達運動者，水壓打包機即為其例。如第30圖所示，圓筒A及B內皆盛滿水，下用管子相連，使液體可自一筒流入他筒。根據巴斯克定律 (Pascal's Principle)，『壓力可以相等地傳至各方向』。如以A代表圓筒A之切斷面面積，A'代表圓筒B之切斷面面積，P代表C處所加之壓力，P'代表D處向上抬之力。則

$$\frac{A}{A'} = \frac{P}{P'}$$



第 30 圖

故當B之直徑較A之直徑為大時，即可於C處用甚小之力，而將在D上之重物舉起。

第三章 應用計算

第一節 原料混和之計算

[1] 混和原料之目的

不論棉紡或毛紡工程，在紡紗前，均須將各種原料混和(Mixing)，其目的略如下述：

(a) 將數種原料混和，取長補短，利用各個特性，使成紗具有適當之性狀而適合其用途。

(b) 因單獨應用一種原料，如遇此種原料缺乏而須調用他種原料時，則成紗品質勢必有異，是以混和數種原料，如配合得當，自可保持成紗品質，始終不變。

(c) 根據原料價格之貴賤，將數種原料混和應用，藉收減低成本之效。

(d) 如原料配合適當，可使工作順利，增進機械效率，並可減少廢棉。

[2] 混和成份計算法

爲達到上項各目的起見，須將各種原料以適當之成份配合之，關於配合成份之比例，多依原料價格，纖維長度及原料品級三項爲標準，茲分別舉例說明之。

例86：設以每磅16元之原料15000磅，每磅15元之原料20000磅，及每磅14.5元之原料4000磅相混和，求混和後之單價。

$$〔解〕 \quad 15000 \times 16 = 240,000$$

$$20000 \times 15 = 300,000$$

$$\frac{4000 \times 14.5 = 58,000}{39000} \quad \frac{58,000}{593,000}$$

$$598,000 \div 39,000 = 15.33 \text{元/磅}$$

例87: 欲得每磅13.5元之原料, 問須用每磅15.5元及13元者各若干磅混和之?

〔解〕 設每磅 a 元之原料有 A 磅, 每磅 b 元之原料有 B 磅, 拚和後每磅之價格為 z 元, 則 $A \times a + B \times b = z(A + B)$ $B(b - z) = A(z - a)$

$$\frac{B}{A} = \frac{z - a}{b - z} \quad \therefore \frac{B}{A} = \frac{13.5 - 13}{15.5 - 13.5} = \frac{0.5}{2}$$

即用每磅13元者2磅, 與每磅15.5元者0.5磅; 照此比例混和之。為便利起見, 設單價較小者為 a, 較大者為 b, 依次照下式排列之:

$$z \left\{ \begin{array}{l} a \\ b \end{array} \right\} \begin{array}{l} (b - z) = A \text{磅} \\ (z - a) = B \text{磅} \end{array} \quad \therefore \quad 13.5 \left\{ \begin{array}{l} 13 \\ 15.5 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 2 \text{磅} \\ 0.5 \text{磅} \end{array}$$

例88: 茲有每磅16元, 15元及14.75元三種價格之原棉, 問照何種比例相混和, 可得每磅均價15.5元之原料?

〔解〕 依價格之高低依次排列之。

$$15.5 \left\{ \begin{array}{l} 14.75 \\ 15 \\ 16 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0.5 = 0.5 \\ 0.5 = 0.5 \\ 0.5 + 0.75 = 1.25 \end{array}$$

總共重量 = $0.5 + 0.5 + 1.25 = 2.25$ 磅, 其混和之比例為:

$$16 \text{元} : 15 \text{元} : 14.75 \text{元} = 1.25 \text{磅} : 0.5 \text{磅} : 0.5 \text{磅} = 5 : 2 : 2$$

例39: 茲有每磅13.5元, 14元, 14.25元及15元四種價格之原棉, 問用何種比例混和, 可得每磅均價14.5元之原料?

〔解1〕

	重量	成份(%)
14.5 $\left\{ \begin{array}{l} 13.5 \\ 14 \\ 14.25 \\ 15 \end{array} \right\}$	0.5 = 0.5	$\frac{0.5}{3.25} \times 100 = 15.38\%$
	0.5 = 0.5	$\frac{0.5}{3.25} \times 100 = 15.38\%$
	0.5 = 0.5	$\frac{0.5}{3.25} \times 100 = 15.38\%$
	$0.25 + 0.5 + 1 = 1.75$	$\frac{1.75}{3.25} \times 100 = 53.86\%$
	3.25	100%

證明： $\{13.5 \times 0.5 + 14 \times 0.5 + 14.25 \times 0.5 + 15 \times 1.75\} + 3.25 = 14.5$ 元

$$\begin{array}{r}
 \text{〔解2〕} \\
 14.5 \left\{ \begin{array}{l} 13.5 \\ 14 \\ 14.25 \\ 15 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \left. \left. \right\} \right\} \right\} \\
 \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.5 - 0.25 \\ \\ 1 \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} = 0.25 \text{磅} \\ 0.5 - 0.25 = 0.25 \text{磅} \\ + 0.5 = 1.5 \text{磅} \\ + 0.5 = 1.5 \text{磅} \\ \hline \text{共重 } 3.5 \text{磅} \end{array}
 \end{array}$$

證明： $\{13.5 \times 0.25 + 14 \times 0.25 + 14.25 \times 1.5 + 15 \times 1.5\} \div 3.5$
 $= \{3.375 + 3.5 + 21.375 + 22.5\} \div 3.5$
 $= 50.75 \div 3.5 = 14.5$ 元。

〔解3〕上述混和成份，更可各乘一任意之係數，以便得到另一種之配和成份，如下列所示：

設各係數 $n_1=2$ ， $n_2=1$ ， $n_3=4$ ， $n_4=3$ ，

$$\begin{array}{r}
 14.5 \left\{ \begin{array}{l} 13.5 \\ 14 \\ 14.25 \\ 15 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \left. \left. \right\} \right\} \right\} \\
 \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.5n_1 - 0.25n_2 \\ \\ n_2 \\ n_1 \end{array} \quad \begin{array}{l} = 0.75 \\ 0.5n_3 - 0.25n_4 = 1.25 \\ + 0.5n_4 = 2.5 \\ + 0.5n_3 = 4 \\ \hline 8.5 \end{array}
 \end{array}$$

證明： $\{13.5 \times 0.75 + 14 \times 1.25 + 14.25 \times 2.5 + 15 \times 4\} \div 8.5 = 14.5$

例90：設棉纖維之長度有 $1''$ ， $\frac{15''}{16}$ ， $\frac{29''}{32}$ 及 $\frac{7''}{8}$ 四種，如欲混合為平均長 $\frac{29.5''}{32}$ 之原料，求其成份百分率。

〔解〕先將各長度化至同一之分母，如 $1'' = \frac{32''}{32}$ ， $\frac{15''}{16} = \frac{30''}{32}$ ， $\frac{29''}{32} = \frac{29''}{32}$ ， $\frac{7''}{8} = \frac{28''}{32}$ ，再照上例計算之。

$$\begin{array}{r}
 29.5 \left\{ \begin{array}{l} 28 \\ 29 \\ 30 \\ 32 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \left. \left. \right\} \right\} \right\} \\
 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2.5n_1 + 0.5n_2 \\ \\ 1.5n_2 \\ 1.5n_1 \end{array} \quad \begin{array}{l} = 3 \dots\dots 30\% \\ 2.5n_3 + 0.5n_4 = 3 \dots\dots 30\% \\ + 0.5n_4 = 2 \dots\dots 20\% \\ + 0.5n_3 = 2 \dots\dots 20\% \\ \hline 10 \end{array}
 \end{array}$$

上式 n_1, n_2, n_3, n_4 等,均照等於 1 計算,若其值改變,則混合成份又不同矣。

例91: 茲有 3 等, 4 等, 5 等, 6 等四種品級之原料, 欲混和成 4.5 等品級之原料, 求其成份百分率。

〔解〕 設 $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 1$

$$4.5 \left[\begin{array}{l} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \right] \left[\begin{array}{l} 0.5n_1 + 1.5n_2 \\ 0.5n_3 + 1.5n_4 \\ 1.5n_1 + 0.5n_3 \\ 1.5n_2 + 0.5n_4 \end{array} \right] = \begin{array}{l} 2 \cdots \cdots 25\% \\ 2 \cdots \cdots 25\% \\ 2 \cdots \cdots 25\% \\ 2 \cdots \cdots 25\% \end{array}$$

8

例92: 茲有四種原料, 計 A 種 40 包, B 種 30 包, C 種 20 包, D 種 10 包, 共 100 包, 各種原料須分層混和, 不能有同種者排在相鄰之層次, 問應如何排列?

〔解〕 可先求各種包數之最大公約數, 得 10,

$$10 \mid \begin{array}{cccc} 40 & 30 & 20 & 10 \\ \hline 4 & 3 & 2 & 1 \end{array}$$

故應分作 10 次混和, 每次各種原料之層數(每層 1 包)即為上式橫線下之數字, 又為避免同種者排列在鄰層起見, 應照下列所示之次序排列之。

$$(C, B, A, D, B, A, C, A, B, A) \times 10 \text{ 次}$$

例93: 某二道彈棉機喂入黑色棉卷 2 枚, 每枚每碼重 14 噸, 及紅色白色各一枚, 每枚每碼重 13 噸, 以該機所成之棉卷二枚, 每枚每碼重 13.5 噸, 另白色棉卷一枚, 每碼重 13 噸, 及黑色棉卷一枚, 每碼重 14 噸, 喂入三道彈棉機, 求所成三道棉卷所含各種顏色之成份。

〔解〕 設 A = 喂入二道彈棉機任何一色棉卷每碼重量之和。

B = 喂入二道彈棉機總共棉卷每碼重量之和。

C = 喂入三道彈棉機之已混棉卷每碼重量之和。

D = 喂入三道彈棉機與 A 項同色之棉卷每碼重量之和。

E = 喂入三道彈棉機總共棉卷每碼重量之和。

F = 三道棉卷任何一色原料之百分率。

$$\text{則 } F = \frac{(A \times C) + (B \times D)}{B \times E} \times 100$$

黑 色	白 色	紅 色
A = 14 + 14 = 28 兩	A = 13	A = 13
B = 14 × 2 + 13 × 2 = 54	B = 54 (同黑色)	B = 54 (同前)
C = 13.5 × 2 = 27	C = 27 (同黑色)	C = 27 (同前)
D = 14	D = 13	D = 0
E = 13.5 × 2 + 13 + 14 = 54	E = 54 (同黑色)	E = 54 (同前)
$F_1 = \frac{(28 \times 27) + (54 \times 14)}{54 \times 54} \times 100$ = 51 $\frac{23}{27}$ %	$F_2 = \frac{(13 \times 27) + (54 \times 13)}{54 \times 54} \times 100$ = 36 $\frac{1}{9}$ %	$F_3 = \frac{(13 \times 27 + 54 \times 0)}{54 \times 54} \times 100$ = 12 $\frac{1}{27}$ %

例94：二道彈棉機喂入黑色棉卷及白色棉卷各 2 枚，再以二道棉卷一枚，黑色棉卷一枚，及白色棉卷二枚，喂入三道彈棉機，求三道棉卷所含黑色之成份。（各棉卷之每碼重量相同）。

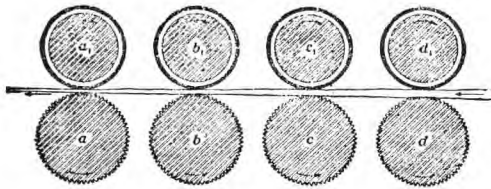
〔解〕 設 A = 喂入二道彈棉機任何一色之棉卷枚數 = 2
 B = 喂入三道彈棉機與 A 同色之棉卷枚數 = 1
 C = 喂入三道彈棉機已混色之二道棉卷枚數 = 1
 D = 三道棉卷所含與 A 同色之成份。

$$\begin{aligned} \text{則 } D &= 6 \frac{1}{4} A C + 25 B \\ &= (6 \frac{1}{4} \times 2 \times 1) + (25 \times 1) = 37 \frac{1}{2} \% (\text{黑色}) \end{aligned}$$

第二節 牽伸與併合

[1] 牽伸 (draft)

原料經過各種紡機內處理，使成品的長度，大於喂入品之長度，亦即減少每單位長度內之重，此種名曰牽伸，多藉機械上送出部份之表面速度，大於喂入部份之表面速度完成之。如第31圖表示四對牽伸羅拉，其下羅拉 a, b, c, d 係鋼製，並刻有溝槽，其上羅拉 a₁, b₁, c₁, d₁ 係鐵製，包以絨布，外層再以薄皮包之，此羅拉並無溝槽，藉加壓裝置使與下羅拉相壓緊，原料自羅拉 d 及 d₁ 之間喂入，故名此



第 31 圖

種曰喂入羅拉或後羅拉 (feed rolls or back rolls), d_1 別名曰上部後羅拉 (back top roll), 以示與 d 有別, 原料自羅拉 a 及 a_1 間送出, 故名 a 及 a_1 曰送出羅拉或前羅拉 (delivery roll or front roll), 而名 b 及 b_1 為第二羅拉, c 及 c_1 為第三羅拉, 因上羅拉與下羅拉之密切接觸而轉動, 故每對上羅拉與下羅拉之表面速度相同。

喂入羅拉之速度最慢, 前羅拉速度最快, 其餘羅拉 c 較 d 稍快, b 較 c 快而較 a 稍慢, 各羅拉之運轉方向相同, 如圖上箭號所示。

設後羅拉之表面速度為 60 吋/分, 前羅拉為 360 吋/分, 則

$$\begin{aligned} \text{牽伸(計算牽伸)} &= \frac{\text{送出部份之表面速度}}{\text{喂入部份之表面速度}} = \frac{\text{送出長度}}{\text{喂入長度}} \dots\dots\dots (68) \\ &= \frac{360}{60} = 6 \text{ 倍。} \end{aligned}$$

換言之, 設無廢耗損失, 則每碼重 12 兩之原料, 經過 6 倍牽伸之機械後, 其成品每碼重量, 勢必減為 $12 \div 6 = 2$ 兩/碼, 但因原料經過機械處理後, 由於廢料及風耗之影響, 其每碼重量必有相當損失, 亦即成品之每碼重量, 必小於 2 兩/碼, 是以根據長度計算所得之牽伸, 與根據重量計算所得之牽伸, 結果不同, 爰定名前者曰計算牽伸, 後者曰實際牽伸。

$$\therefore \text{實際牽伸} = \frac{\text{喂入品每碼重量}}{\text{製成品每碼重量}} = \frac{\text{計算牽伸}}{1 - \text{廢耗率}} \dots\dots\dots (69)$$

例 95: 設梳棉機之計算牽伸為 100 倍, 廢耗率為 5%, 喂入之棉卷每碼重 13 兩, 求其實際牽伸及所成棉條每碼之重量。

〔解〕 由公式 (69), 實際牽伸 = $\frac{100}{1 - 5\%} = 105.2$ 倍。

由公式 (69), 棉條重量 = $13 \div 105.2 = 0.1236$ 兩/碼。

[2] 牽伸之計算方法

根據機械之傳動, 計算喂入及送出羅拉之表面速度, 即可求得牽伸, 計算時注意之點有二:

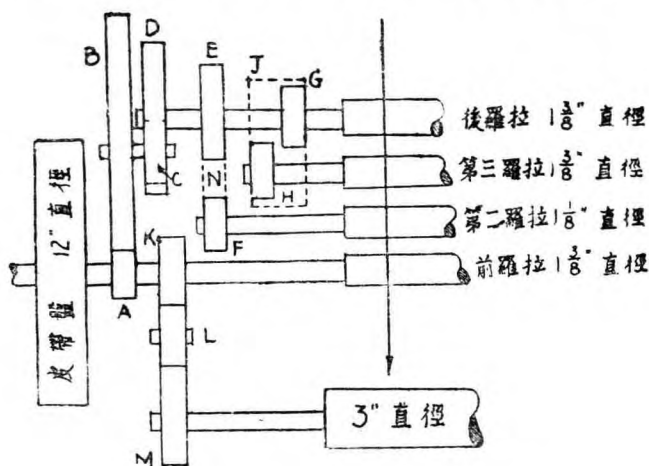
(1) π 之值可相互約去，不必計入，僅算其直徑即可。

$$\therefore \text{牽伸} = \frac{\text{送出羅拉表面速度}}{\text{喂入羅拉表面速度}} = \frac{\text{送出羅拉速度} \times \text{直徑}}{\text{喂入羅拉速度} \times \text{直徑}}$$

(2) 羅拉直徑以下羅拉為準，因上羅拉係由下羅拉所摩擦傳動，兩者之表面速度相同，故上羅拉之直徑不必計及也。

茲將計算牽伸之各種方法，分述如次：

A. 根據喂入及送出羅拉之表面速度求牽伸法——如第32圖。為 Brooks & Doxey's 併條機之牽伸機構圖，設皮帶盤為 350 轉/分，C 為變換輪，



第 32 圖

A 20 牙傳動 B 100 牙

C *56 牙傳動 D 70 牙

E 43 牙傳動 F 16 牙

G 22 牙傳動 H 18 牙

K 22 牙傳動 M 48 牙

N, J 及 L 為過界牙，與速度無涉

例96：求第32圖前羅拉與後羅拉間之總牽伸。

〔解〕 前羅拉之表面速度 = $350 \times 1\frac{3}{8} \times \frac{22}{7} = 1512.5$ 吋/分

$$\begin{aligned} \text{後羅拉之表面速度} &= \frac{350 \times A \times C \times 1\frac{3}{8} \times \frac{22}{7}}{B \times D} \\ &= \frac{350 \times 20 \times 56 \times 11 \times 22}{100 \times 70 \times 8 \times 7} = 242 \text{ 吋/分。} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{總牽伸} = \frac{1512.5}{242} = 6.25 \text{ 倍}$$

B. 由分牽伸求總牽伸法——根據喂入部份之表面速度及送出部份之表面速度計算而得之牽伸，曰總牽伸(total draft)。而後羅拉與第三羅拉間，第三羅拉與第二羅拉間，第二羅拉與前羅拉間，亦有牽伸，但此僅總牽伸之一部，名曰分牽伸(intervening draft)，由各分牽伸相乘之積，即得總牽伸。

例97：照第32圖，求各羅拉間之分牽伸及總牽伸。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 第三羅拉之表面速度} &= \frac{350 \times A \times C \times G \times 1\frac{3}{8} \times \pi}{B \times D \times H} \\ &= \frac{350 \times 27 \times 56 \times 22 \times 11 \times 22}{100 \times 70 \times 18 \times 8 \times 7} = 296 \text{ 吋/分} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{第二羅拉之表面速度} &= \frac{350 \times A \times C \times E \times 1\frac{1}{8} \times \pi}{B \times D \times F} \\ &= \frac{350 \times 20 \times 56 \times 43 \times 9 \times 22}{100 \times 70 \times 16 \times 8 \times 7} = 532 \text{ 吋/分} \end{aligned}$$

由例96，得知前羅拉之表面速度 = 1512.5 吋/分

$$\text{後羅拉之表面速度} = 242 \text{ 吋/分}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{後羅拉與第三羅拉間之分牽伸 (後牽伸)} &= 296 \div 242 = 1.22 \\ \text{第三羅拉與第二羅拉間之分牽伸 (中牽伸)} &= 532 \div 296 = 1.8 \\ \text{第二羅拉與前羅拉間之分牽伸 (前牽伸)} &= 1512.5 \div 532 = 2.843 \\ \text{總牽伸} &= 1.22 \times 1.8 \times 2.843 = 6.25 \end{aligned}$$

C. 設後羅拉為第一主動求牽伸法——照第32圖，後羅拉處於被動地位，但為計算便利起見，可假設後羅拉輪為第一主動，並設為1轉，推求前羅拉之速度，此種計算牽伸方法，不必求各羅拉之實際速度，故較便利多多，目今多用之。

例98：設後羅拉為第一主動並為1轉時，求第32圖所示之總牽伸。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 總牽伸} &= \frac{\text{前羅拉之表面速度 (B.R-轉時)}}{\text{後羅拉 1 轉時之表面速度}} \\ &= 1 \times \frac{D \times B \times \text{前羅拉直徑}}{C \times A \times \text{後羅拉直徑}} \\ &= 1 \times \frac{70 \times 100 \times 1\frac{3}{8}}{56 \times 20 \times 1\frac{1}{8}} = 6.25 \text{ 倍}。 \end{aligned}$$

D. 由牽伸常數求牽伸法——由于所紡紗支之更改，常有改變牽伸之必要，

欲使牽伸改變，可將自後羅拉至前羅拉間任一齒輪之牙數，酌予增減之，將增減後之結果，照C法計算牽伸，固較簡便，唯牽伸須時常改變，而後羅拉至前羅拉間之傳動齒輪數目較多時，計算亦感麻煩，故常將欲調換之齒輪剔出，當作1齒計算；而將其中固定不變之齒輪，依常法計算其速度之比值，其結果名曰常數，由常數求牽伸，較為簡便多矣，茲舉例示之如次：

例99：照第32圖，C為牽伸變換輪，求牽伸常數。設C為70牙時，求其牽伸，

$$(\text{解}) \quad \therefore \text{牽伸} = 1 \times \frac{D \times B \times \text{前羅拉直徑}}{C \times A \times \text{後羅拉直徑}}$$

$$\text{牽伸常數} = 1 \times \frac{70 \times 100 \times 1\frac{3}{8}}{C \times 20 \times 1\frac{3}{8}} = 350$$

$$\text{牽伸} = \frac{\text{牽伸常數}}{C} = \frac{350}{70} = 5$$

例100：照第32圖，設B為牽伸調換輪，求牽伸常數，如B=100牙時，求其牽伸。

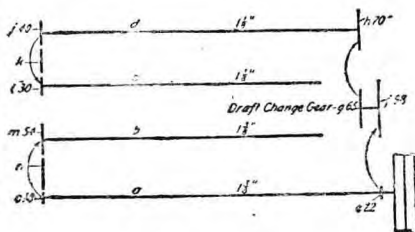
$$(\text{解}) \quad \therefore \text{牽伸常數} = 1 \times \frac{70 \times B \times 1\frac{3}{8}}{5 \times 20 \times 1\frac{3}{8}} = 0.0625$$

$$\text{牽伸} = \text{牽伸常數} \times B = 0.0625 \times 100 = 6.25$$

由例99及100，可知牽伸調換輪在計算總牽伸之算式上，處于分母地位時，（如例99），則牽伸 = 牽伸常數 ÷ 牽伸調換輪，倘牽伸調換輪處于分子地位時（如例100），則牽伸 = 牽伸常數 × 牽伸調換輪。

[3] 破斷牽伸 (Break draft)

凡相鄰之兩對羅拉而非直接傳動者，則此兩羅拉間之牽伸，名曰破斷牽伸，如第33圖，羅拉b與c互為相鄰，但羅拉b係由羅拉a經過短列之輪系而傳動，而羅拉c則由羅拉a經過長列之輪系而傳動，是以b與c並非直接傳動，故此二者之間有破斷牽



第 33 圖

伸矣。

例101: 照第33圖, 求羅拉 b 與 c 間之破斷牽伸。

$$\text{〔解1:〕 破斷牽伸} = \frac{30 \times 70 \times 98 \times 18 \times 1\frac{3}{8}}{40 \times 65 \times 22 \times 54 \times 1\frac{1}{8}} = 1.466$$

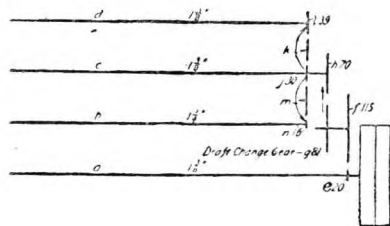
$$\text{〔解2:〕 c 與 d 間之分牽伸} = \frac{40 \times 1\frac{1}{8}}{30 \times 1\frac{1}{8}} = 1.333$$

$$\text{a 與 b 間之分牽伸} = \frac{54 \times 1\frac{3}{8}}{18 \times 1\frac{3}{8}} = 3$$

$$\text{總牽伸} = \frac{70 \times 98 \times 1\frac{3}{8}}{65 \times 22 \times 1\frac{1}{8}} = 5.863$$

$$\therefore \text{ b 與 c 間之破斷牽伸} = 5.863 \div (1.333 \times 3) = 1.466,$$

第 34 圖表示另一種形式之牽伸羅拉, 在前羅拉 a 上 20 齒之 e 輪, 經過 g 及 h 輪, 而傳動第三羅拉 c, 再由 c 藉 j, k, l 等輪, 傳動第四羅拉 d, (k 為過界輪) 同時由第三羅拉經過 j, m, n 等輪, 傳動第二羅拉 b, (m 為過界輪), 故在第一與第二羅拉間有破斷牽伸。



第 34 圖

例102: 照第34圖, 求 a 與 b 間之破斷牽伸。

$$\text{〔解〕 破斷牽伸} = \frac{16 \times 70 \times 115 \times 1\frac{3}{8}}{30 \times 81 \times 20 \times 1\frac{1}{4}} = 2.915,$$

[4] 各種牽伸之意義

除前述各種牽伸外, 尚有下列各項, 茲分述之。

A. 把握式牽伸 (Grip draft)——利用各羅拉把持纖維, 因羅拉之表面速度逐漸增加, 而達到牽伸之作用。

B. 滑走式牽伸(Slip draft)——縮小羅拉之隔距(Gauge),使短纖維盡量接近前羅拉,長纖維得於控制羅拉或皮圈間滑走,乃得較大之牽伸作用。

C. 正常牽伸(Regular draft)——係由牽伸機構所得之牽伸。

D. 不正常牽伸(Irregular draft)——因落棉等損失而致計算牽伸小於實際牽伸,又因撚縮及滑脫等原因而致實際牽伸小於計算牽伸,此種均屬於不正常牽伸。

E. 就牽伸倍數之大小,棉紡上又有下列三種:

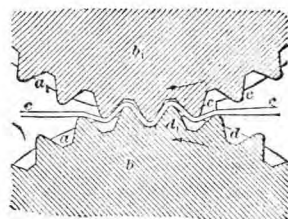
機別	牽伸種類	普通牽伸 Ordinary draft.	大牽伸 High(long)draft.	超大牽伸 Super high draft.
併條機	併條機	6~8	14~18	
粗紡機	粗紡機	3~8	10~40	
精紡機	精紡機	6~10	14~20	40倍以上,由棉條紡紗

F. 解撚牽伸(Break draft)——普通三列羅拉式棉精紡機,後羅拉與中羅拉間之牽伸,名曰解撚牽伸,此種牽伸較小,在1.5倍以內,因新自後羅拉喂入之纖維,較欠整齊均勻,且略有撚度,不能施以較大之牽伸,以免損傷纖維;僅能使其少量牽伸,解放粗紗撚度後,以便受前中羅拉間較大之牽伸。

G. 主要牽伸(main draft)——由中羅拉至前羅拉間之牽伸,名曰主要牽伸,因纖維至中羅拉後,排列已較整齊,此時已可施以較大之牽伸,故精紡機之總牽伸等於解撚牽伸與主要牽伸二者之乘積。

[5] 金屬上羅拉 (Metallic top roller) 之牽伸

棉併條機之上羅拉,有用金屬羅拉者,其表面亦有溝槽,與下羅拉之溝槽相咬合,但彼此齒尖,並不深入溝槽之底部,此因上下羅拉之兩端,各有一頸圈(collar),頸圈之直徑較羅拉稍小,藉使兩羅拉間保持有一定距離也,用此種羅拉之併條機產量,較用皮圈者為多,因棉纖維在羅拉間,被壓入溝槽內而



第 35 圖

屈曲，以致送出長度較多也。如第 35 圖所示， b_1 及 b 為上下兩羅拉，纖維 c 在溝槽內呈屈曲之狀，由此種屈曲之結果，致送出長度較普通羅拉之同直徑者，約大 $33\frac{1}{3}\%$ ，亦即直徑 1 吋者，應作 1.33 吋計算， $1\frac{1}{8}$ 吋應作 1.35 吋計算，其餘依次類推，此種折合以每吋直徑有 32 溝槽者為限，如每吋溝槽數不同，則折合數自亦有異，如下表所示：

直徑每吋溝槽數	32	24	16
長度增加率	$33\frac{1}{3}\%$	40%	50%

再者因溝槽之關係而生之伸長，對於粗重棉條影響較小，而對輕薄之棉條影響較大，因粗重棉條對溝槽之抗力較大，且遇有羅拉加壓裝置不善時，可使上羅拉拾起，致通過棉條幾成一直線，不受溝槽之影響，故在同種情形之下，輕棉條所得之牽伸大，而重棉條所受之牽伸則小，依同理，設前後羅拉之溝槽數相同，則後羅拉之伸長較小，而前羅拉之伸長較大，因棉在後羅拉時較重而在前羅拉時較輕故也，故因金屬羅拉所增加之牽伸，實等於前羅拉與後羅拉所伸長之差數，設後羅拉增加 25%，前羅拉增加 $33\frac{1}{3}\%$ ，則增加之牽伸 = $33\frac{1}{3}\% - 25\% = 8\frac{1}{3}\%$ 。

由上所述，可知因所用棉條之輕重，計算牽伸之大小，羅拉溝槽之多寡，前後兩羅拉直徑之差異，均足影響牽伸之伸長數目，故不能以正確之數字確定之，大致金屬羅拉之增大牽伸數約如下表所示，（設前後兩羅拉之直徑相差不大，並定中牽伸為 5~8 倍）。

IX. 牽伸增大率

棉條重量	輕牽伸	中牽伸 (5~8)	重牽伸
50 格令	8%	10%	12%
60	7%	9%	11%
70	6%	8%	10%
80	5%	7%	9%
90	4%	6%	8%
100	$3\frac{1}{2}\%$	$5\frac{1}{2}\%$	7%
110	3%	5%	7%
120	3%	$4\frac{1}{2}\%$	6%
130	$2\frac{1}{2}\%$	4%	$5\frac{1}{2}\%$
140	$2\frac{1}{2}\%$	$3\frac{1}{2}\%$	5%
150	2%	3%	4%

例103: 照例101,第33圖之總牽伸,用普通羅拉時為5.863,今如改用金屬羅拉,並設喂入60格令之棉條,求其實際牽伸。

(解) 閱表IX,可知牽伸增大率為9%

$$\therefore \text{金屬羅拉之牽伸} = 5.863(1+9\%) = 6.39067。$$

[6] 併合(Doubling)

根據棉條或粗紗重量計算牽伸時,須注意其喂入之根數,例如以6根棉條喂入6倍牽伸之併條機,而送出為1根,按理喂入之每根棉條將伸長6倍,每碼將為原重之 $\frac{1}{6}$,但以6根喂入之故,結果送出之棉條每碼重量勢必與喂入時相同,(設無落棉損失),故此種機械之機構牽伸,雖為6倍,但以喂入每碼重量與送出每碼重量計算,則並無伸長可言,故以結果送出長度與總共喂入長度相比較時,其伸長之倍數,名曰有效牽伸(effect draft)。

例104: 某併條機之機構牽伸為6倍,設以65格令/碼之棉條6根喂入,求送出棉條每根之重量,及其有效牽伸。

(解) 送出每碼重量 = $\frac{\text{喂入每碼重量} \times \text{喂入(併合)數}}{\text{機構牽伸}}$

$$= \frac{65 \times 6}{6} = 65 \text{ 格令/碼。}$$

有效牽伸 = 機構牽伸 \div 併合數

$$= 6 \div 6 = 1$$

例105: 以3號粗紗兩根喂入某粗紡機,紡出為1根,係9號粗紗,求該機之機構牽伸及有效牽伸。

(解) 有效牽伸 = $\frac{\text{紡出支數} \times \text{併合數}}{\text{喂入支數}} = \frac{9 \times 2}{3} = 6 \text{ 倍。}$

機構牽伸 = 有效牽伸 \times 併合數 = $6 \times 2 = 12 \text{ 倍。}$

[7] 牽伸之分配

欲支配各種紡機(自清棉至細紗)之併合數與牽伸倍數,應先考慮所紡紗線之品質,以及所用紡機之程序,至於棉卷棉條之每碼重量,亦視出品良窳及所紡紗支之粗細為轉移,其各項規格,約如下列所示:

X. 各機之牽伸及支數範圍

(機 械)	(牽 伸)		(併合數)	(重量或支數)	
	(範圍)	(普通)		(範圍)	(普通)
頭道彈棉機	1.5~2.5	2		14~18兩	16兩
三道彈棉機	3~5	4	4	12~16	13
單程式彈棉	2~4	3		12~16	13
梳棉機	80~120	100	1	40~80格林	55格林
條捲機	1.5~2.7	2	14~24	400~800	500
併捲機	4~6	4	4~6	400~800	500
精梳機	40~80	60	6~8	50~65	60
併條(4列羅拉)	5~8	6	6~8	40~70	55
併條(5列羅拉)	16~18	16	16~18	40~70	55
頭道粗紡(普通牽伸)	3~5	4	.....	40~70	50
二道粗紡(普通牽伸)	4~6	5	2	1~2支	1.3支
單程粗紡(大牽伸)	12~40	24		6支以下	4支
三道粗紡(普通牽伸)	5~7	6	2	2.5~6.5支	4支
四道粗紡(普通牽伸)	6~7	7	2	8~15支	10支
精紡(單)	7~9	8	1		
精紡(雙)	9~12	10	2	10~120支	20支
精紡(皮圈大牽伸)	14~20	16	1, 2		
精紡(羅拉大牽伸)	11~16	13	1, 2		

例106: 今用12兩/碼之棉卷紡30支細紗, 梳棉機消耗量為6%, 經過三道併條機, 其併合根數為6, 用三道粗紗工程, 惟在二三兩道粗紗及精紡時用雙紡(以二根粗紗喂入), 頭道粗紗用單紡, 試分配各機之牽伸倍數。

【解】 棉卷號數 = $8.33 \div (12 \times 437.5) = 0.00158$ 。

$$\text{總牽伸} = \frac{\text{細紗支數} \times \text{各機併合數} \times (1 - \text{消耗率})}{\text{棉卷號數}}$$

$$= \frac{30 \times 6 \times 6 \times 6 \times 2 \times 2 \times 2 \times (1 - 6\%)}{0.00158} = 30841519$$

依照表X 所載牽伸範圍, 試擬各機之牽伸倍數, 其相乘之積, 名曰試用總牽伸(Trial draft), 同時為易於分別起見, 乃名上述30841519者為實用總牽伸。茲擬各機之牽伸如次: 梳棉機(95), 三道併條機, 平均每道為6倍, 始紡

機(4),再紡機(6),三紡機(7),精紡機(9),則

試用總牽伸 $=95 \times 6 \times 6 \times 6 \times 4 \times 6 \times 7 \times 9 = 31026240$

應減少之牽伸 $= \frac{\text{試用總牽伸}}{\text{實用總牽伸}} = \frac{31026240}{30841519} = 1.0059$

因所需減少之牽伸較小,可選在細紗機上減少之,使試用總牽伸與實用總牽伸之數值相符,即

$$9 \div 1.0059 = 8.9 \text{ (細紗機實用牽伸)}$$

倘試用總牽伸與實用總牽伸相差較大時,則不能僅在一種紡機上增減,而須在數種紡機上分配之,其分配之法,視其須增加抑須減少而異,茲分別舉例示之。

例107: 設共需增加牽伸1.34倍,茲將初紡機之牽伸由4增至5倍,其餘加于梳棉機上,梳棉機原用牽伸105倍,問應改爲若干?

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 尙需增加之牽伸} &= \frac{\text{共需增加牽伸數} \times \text{一機原擬牽伸}}{\text{一機改用牽伸}} \\ &= \frac{1.34 \times 4}{5} = 1.072。 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{則另一機(梳棉機)應改之牽伸} &= \text{該機原擬牽伸} \times \text{尙需增加之牽伸} \\ &= 105 \times 1.072 = 112.6。 \end{aligned}$$

例108: 設共需減少牽伸1.106倍,茲將初紡機之牽伸由3.5改至3.25,其餘在併條機上減之,併條機原用6倍,問應改爲若干?

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 尙需減少之牽伸} &= \frac{\text{共需減少牽伸數} \times \text{一機改用牽伸}}{\text{一機原用牽伸}} \\ &= \frac{1.106 \times 3.25}{3.5} = 1.027 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{則另一紡機(併條機)應改之牽伸} &= \text{該機原擬牽伸} \div \text{尙須減少之牽伸} \\ &= 6 \div 1.027 = 5.84 \end{aligned}$$

例109: 經過三道併條機總共之牽伸爲195倍,二道牽伸較頭道牽伸大4%,三道牽伸較二道牽伸大5%,求各道之牽伸。

〔解〕 設 x = 頭道牽伸。

$$\text{則 } x \times \frac{104}{100} = \text{二道牽伸}$$

$$x \times \frac{104}{100} \times \frac{105}{100} = \text{三道牽伸。}$$

$$\therefore x \times \left(x \times \frac{104}{100}\right) \times \left(x \times \frac{104}{100} \times \frac{105}{100}\right) = 195。$$

$$x^3 \times \frac{104}{100} \times \frac{104}{100} \times \frac{105}{100} = 195, \quad x^3 = \frac{195 \times 100 \times 100 \times 100}{104 \times 104 \times 105}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{195 \times 100 \times 100 \times 100}{104 \times 104 \times 105}}$$

$$\log x = \frac{1}{3} \{ \log 195 + 3 \log 100 - 2 \log 104 - \log 105 \}$$

$$= \frac{1}{3} \{ 2.2900 + 6.0 - 4.0340 - 2.0212 \} = 0.7449$$

$\therefore x = 5.558$ 頭道併條牽伸。

$$5.558 \times \frac{104}{100} = 5.78 \text{ 二道併條牽伸。}$$

$$5.78 \times \frac{105}{100} = 6.07 \text{ 三道併條牽伸。}$$

第三節 撚 度

[1] 撚向

棉紗之撚向有 Z 撚與 S 撚兩種：

(a) Z 撚(右撚, 日名左撚,)——紗之撚向呈 Z 字形, 亦即紡績時錠子之轉向呈順時針之方向者。

(b) S 撚(左撚, 日名右撚,)——紗之撚向呈 S 字形, 亦即紡績時錠子之轉向呈反時針之方向者。

[2] 撚數

紗線撚數之多少, 恆以每吋長為標準, 而名之曰每吋撚數, 其多寡因原料性質及纖維長短, 所紡支數及用途等而異, 茲舉例如下:

$$\text{每吋撚數} = \sqrt{\text{支數} \times \text{撚度係數}} \dots \dots \dots (70)$$

各種紗支所用撚度係數如下:

(A) 美棉所紡之紗:

針織用紗	股線用單紗	緯 紗		經 紗	
		中 支	細 支	中 支	細 支
2.5	2.75	3.25	3.5	3.75	3.9

(B)中、美、印、棉紡粗支紗。

粗支經紗(4~4.75), 粗支緯紗(3.25~3.75)。

(C)萬國制麻紗10公分間撚數:經紗(8~8.8),緯紗(6.8~7.6)。

(D)萬國制紡毛紗:經紗(2.58),緯紗(1.29)。或經(3~5),緯(2~3)。

(E)英國制梳毛紗:

經 紗	緯 紗	強 撚 紗	編織用紗	曼利諾羊毛		
				強撚	中撚	弱撚
2.10	1.80	2.50	1.10	2.10	1.80	1.50

(F)法國制梳毛紗所用撚度係數=英制撚度係數×90%

(G)另有撚度係數之算式如次:
 撚度係數 = $\frac{160+C}{e \times L}$
 (c=支數, L=原棉長度, 以 $\frac{1}{16}$ 為單位, e=係數, 視牽伸情形而異, 大致普通撚時為3, 經紗為2.9, 緯紗為3.1)。

(H)棉股線撚度係數(凡單紗之撚曰下撚, 第一次股線之撚曰中撚, 第二次股線之撚曰上撚)。

線 別	係數	線 別	係數	線 別	係數
縫 線 雙 股	7.5	綜 線 六 股(下撚)	3.8	四 股 撚 線(下撚)	3.0
縫 線 三 股	7.6	綜 線 六 股(上撚)	7.6	四 股 撚 線(上撚)	6.3
縫 線 六 股 下撚)	4.5	四 股 撚 線(下撚)	3.0	雙 股 線 編 線	3—5
縫 線 六 股 上撚)	7.2	四 股 撚 線(上撚)	6.3	四 股 細 編 線	7.6
刺 繡 線 四 股	2.2	網 線(下撚)	5	網 線(上撚)	10

(I)粗紗(Roving)撚度係數:

原 棉	初 紡	再 紡	三 紡
短 織 維	1.3	1.4	1.5
中 織 維	1.0	1.1	1.2
長 織 維	0.7	0.8	0.9

註: 棉紗支數有粗支, 中支, 細支等之別, 其範圍如下所示:

國 別	支 別	粗 支 紗	中 支 紗	細 支 紗
中 國		4 ~ 19支	20 ~ 40支	41支以上
日 本		4 ~ 20支	21 ~ 42支	43支以上
歐 美		4 ~ 30支	31 ~ 60支	61支以上

撚度調換輪又名中心牙(Center gear)，因中心牙與每吋撚度成反比，故已知某種撚度時之中心輪齒數，則另一撚度時之中心輪齒數可依反比例求之。

例111：每吋16撚時之撚度輪為40齒，求20撚時之撚度輪，

$$〔解〕 \text{撚度輪} = \frac{40 \times 16}{20} = 32 \text{齒。}$$

又因撚度與紗支方根成正比，撚度輪與撚度成反比，故撚度係數相同時，撚度輪與紗支之平方根成反比。

例112：紡20支棉紗之撚度輪為40齒，求紡32支紗時之撚度輪。

$$〔解〕 \sqrt{20} \times 40 = \sqrt{32} \times x \\ x = (\sqrt{20} \times 40) \div \sqrt{32} = 32 \text{齒。}$$

[3] 撚度差異率

鋼領細紡機因成形作用，紗線各段之撚度，不能一律，且因錠子傳動有滑脫之故，撚度亦有差異；欲試其差異率，可取32^S以上者試驗100次，20^S以下者試驗50次，得其平均撚度，凡在平均撚度之0.8~1.2倍範圍以內者為合格，即

$$\text{以上平均撚度限數} = \text{平均撚度} \times 120\% = 1.2 \times \text{平均撚度}$$

$$\text{以下平均撚度限數} = \text{平均撚度} \times 80\% = 0.8 \times \text{平均撚度}$$

將超過“以上平均撚度限數”之撚度相加，除以項數，即為“以上平均撚度”。

將小於“以下平均撚度限數”之撚度相加，除以項數，即為“以下平均撚度”。

$$\text{撚度本身差異率}(\%) = \frac{\text{以上平均} - \text{以下平均}}{\text{平均撚度}} \times 100$$

$$\text{撚度對標準差異率}(\%) = \frac{\text{平均撚度} - \text{標準撚度}}{\text{標準撚度}} \times 100 \quad (\text{平均超過標準})$$

$$\text{或} \quad = \frac{\text{標準撚度} - \text{平均撚度}}{\text{標準撚度}} \times 100 \quad (\text{標準超過平均})$$

撚度對標準，過與不足，其允許差為3.9%，在強力達到標準時，其平均撚度雖不足標準，亦所許可，而紗線撚度本身之差異許可率為20%。

例113：茲試得20支紗之撚度如下：標準為20撚/吋，求撚度本身差異率及對標準差異率。

撚度	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
次數	1	2	2	4	2	3	14	4	5	6	2	3	1	1

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 平均撚度} &= \{26 + (25 + 24 + 22 + 16) \times 2 + (23 + 19) \times 4 + (21 + 15) \\ &\quad \times 3 + 20 \times 14 + 18 \times 5 + 17 \times 6 + 14 + 13\} \div 50 \\ &= 19.5 \text{ 撚/吋} \end{aligned}$$

$$\text{以上平均限數} = 1.2 \times 19.5 = 23.4$$

$$\text{以上平均} = \{24 + 24 + 25 + 25 + 26\} \div 5 = 24.8$$

$$\text{以下平均限數} = 0.8 \times 19.5 = 15.6$$

$$\text{以下平均} = \{15 + 15 + 15 + 14 + 13\} \div 5 = 14.4$$

$$\text{撚度本身差異率} = \frac{24.8 - 14.4}{19.5} \times 100 = 53.3\% \text{ (超過許可差 } 33.3\%)$$

$$\text{撚度對標準差異率} = \frac{20 - 19.5}{20} \times 100 = 2.5\%$$

第四節 棉紗之標準強力

〔1〕 計算棉紗標準強力的法則

棉紗之標準強力，或稱拉力，以80圈（每圈1.5碼）長為標準，其算法甚多，茲分別示之：

$$\text{A. 梳棉經紗的標準拉力} = \frac{1900 + \text{支數}}{20}$$

$$\text{例114: } 20^S \text{ 棉經紗之標準拉力} = \frac{1900 + 20}{20} = 96 \text{ 磅,}$$

$$\text{B. 精梳棉經紗的標準拉力} = \frac{2600 - (\text{支數} \times 4)}{\text{支數}}$$

$$\text{例115: } 60^S \text{ 精梳棉經紗拉力} = \frac{2600 - (60 \times 4)}{60} = 39.3 \text{ 磅,}$$

$$\text{C. 棉緯紗的標準強力} = \frac{1900 - 13 \times \text{支數}}{\text{支數}}$$

$$\text{例116: } 40^S \text{ 梳棉緯紗的標準強力} = \frac{1900 - 13 \times 40}{40} = 34.5 \text{ 磅}$$

D. 單紗與絞紗強力之比較：

以絞紗所試得之強力，除以10，即得單紗之強力噸數。

$$\text{例117: } 60^S \text{ 絞紗 (Skein) 爲 } 39.3 \text{ 磅, 則單紗之強力} = 39.3 \div 10 = 3.93 \text{ 噸}$$

〔註〕 當繞紗成絞時，每絞係80根，每根54吋長，而將此絞套置於強力試驗機時，則變成160根，每根爲27吋長，又因絞紗所試得之強力單位爲磅，而單

紗之強力為嘓，故磅化成盎司須乘16，即

$$\frac{39.3 \times 16}{160(\text{每絞之根數})} = \frac{39.3}{10} = 3.93 \text{ 盎司,}$$

E. 棉紗之強力(磅) = 1800 ÷ 支數 + 3

F. 10支至40支棉紗之強力 = (支數 × 7 + 1300) ÷ 支數

G. 40支至80支棉紗之強力 = (支數 × 8 + 1400) ÷ 支數

H. F. R. Sheldon & Son 製造廠根據纖維長度，規定求各支棉紗強力之算式如次：

$$\text{梳棉紗強力 } S = 1600 \left(\frac{1 \pm 0.11 a \pm 0.01 b}{c} \right)$$

$$\text{精梳棉紗之強力 } S' = 1750 \left(\frac{1 \pm 0.11 a \pm 0.01 b}{c} \right)$$

(註) S = 強力磅數 C = 棉紗支數

a = 一吋以上或以下之 $\frac{1}{16}$ 之吋數，超過 1 吋用 + 號，否則用 - 號。

b = 28 支以上或以下之各種支數，在 28 支以上者用 - 號，在 28 支以下者用 + 號。

例118：求用 $\frac{7}{8}$ 纖維所紡 35 支棉紗之強力。

$$\text{〔解〕 } \frac{1600 \{ (1 - 0.11 \times 2) - 0.01 \times 7 \}}{35} = 32.45 \text{ 磅。}$$

例119：求長 $1\frac{1}{4}$ 吋棉纖維所紡 35 支梳棉紗之強力。

$$\text{〔解〕 } \frac{1600 \{ 1 + (0.11 \times 4) - 0.01 \times 7 \}}{35} = 62.63 \text{ 磅}$$

例120：求棉纖維長 $1\frac{1}{4}$ 吋之 35 支精梳棉紗強力。

$$\text{〔解〕 } \frac{1750 \{ 1 + (0.11 \times 4) - 0.01 \times 7 \}}{35} = 68.5 \text{ 磅,}$$

例121：求棉纖維長 $\frac{7}{8}$ 吋，21 支梳棉紗之強力。

$$\text{〔解〕 } \frac{1600 \{ 1 - (0.11 \times 2) + (0.01 \times 7) \}}{21} = 64.76 \text{ 磅。}$$

例122：求棉纖維長 1 吋，21 支精梳棉紗之強力。

$$\text{〔解〕 } \frac{1600 \{ 1 - (0.11 \times 0) + (0.01 \times 7) \}}{21} = 81.52 \text{ 磅。}$$

I. 已知某種紗支之拉力，求同種額而異支數之紗之拉力法。

先由已知拉力之紗，求其拉力標準數，再根據標準數，求另一種紗之拉力。

(a) 梳棉經紗：標準數 = 支數 × 拉力 - 支數

欲求之拉力 = (標準數 + 新支數) ÷ 新支數

例123：已知60^s梳棉經紗之拉力為35磅，求62支紗之拉力。

〔解〕 標準數 = 60 × 35 - 60 = 2040

拉力 = (2040 + 62) ÷ 62 = 33.9磅

(b) 精梳棉經紗：標準數 = (支數 × 拉力) + 4 × 支數

欲求之拉力 = {標準數 - (新支數 × 4)} ÷ 新支數

例124：如60支精梳棉紗之拉力為40磅，求62支紗之拉力。

〔解〕 (標準數) = 60 × 40 + 4 × 60 = 2640

拉力 = {2640 - (62 × 4)} ÷ 62 = 38.58磅

(c) 梳棉緯紗：標準數 = 支數 × 拉力 + (13 × 支數)

另一支數之拉力 = (標準數 - 13 × 新支數) ÷ 新支數

例125：如40^s梳棉緯紗之拉力為31.5磅，求42^s紗之拉力

〔解〕 標準數 = (40 × 31.5) + (13 × 40) = 1900

拉力 = (1900 - 13 × 42) ÷ 42 = 32.2磅。

(d) 精梳棉緯紗：標準數 = 支數 × 拉力 + 7.5 × 支數

另一支數之拉力 = {標準數 - 7.5 × 新支數} ÷ 新支數

例126：如60^s精梳棉緯紗之拉力為24.16磅，求65^s紗之拉力。

〔解〕 標準數 = 60 × 24.16 + 7.5 × 60 = 1899

拉力 = {1899 - 7.5 × 65} ÷ 65 = 21.7磅

[2] 強力差異率

以多次試得強力磅數之和，除以試驗次數，即得平均強力，再以“平均強力”以下之強力總和，除其項數，即得“強力以下平均”。

強力本身差異率(以下平均與平均強力之差異) = $\frac{\text{平均強力} - \text{以下平均}}{\text{平均強力}} \times 100$

強力對標準差異率 = $\frac{\text{標準強力} - \text{平均強力}}{\text{標準強力}} \times 100$

32^s以下允許本身差異為6.4%， 對標準差異為9.9%

32^s以上允許本身差異為4.9%， 對標準差異為9.9%

例127: 茲試得 20 支棉紗理紗強力磅數如下: 80, 78, 78, 78, 77, 75, 75, 74, 71, 71, 69, 63, 65, 65, 65, 64, 63, 60, 53, 56, 標準強力為70磅, 求強力本身差異率及對標準差異率。

$$\text{〔解〕 平均強力} = \{80 + 3 \times (73 + 65) + 77 + 2 \times (75 + 71) + 74 + 69 + 68 + 64 + 63 + 60 + 58 + 55\} \div 20 = 69.5$$

$$\text{以下平均} = \{69 + 68 + 3 \times 65 + 64 + 63 + 60 + 58 + 55\} \div 10 = 63.3$$

$$\text{強力本身差異率} = \frac{69.5 - 63.3}{69.5} \times 100 = 8.92\%$$

$$\text{強力對標準差異率} = \frac{70 - 69.5}{70} \times 100 = 0.7\%$$

第五節 織物分解及設計之基本計算

[1] 縮度

$$\text{縮度}(\%) = \frac{\text{紗拉直時之長} - \text{樣布上之長}}{\text{紗拉直時之長}} \times 100$$

〔註〕 應求五次以上之平均數, 較為正確。

例128: 10公分平方之樣布, 將紗拉直之, 經紗得10.5公分, 緯紗得10.4公分, 求其縮度。

$$\text{〔解〕 經紗之縮度} = \frac{10.5 - 10}{10.5} = 0.048 = 4.8\%$$

$$\text{緯紗之縮度} = \frac{10.4 - 10}{10.4} = 0.038 = 3.8\%$$

[2] 筘通幅及整經長

$$\text{筘通幅} = \text{織幅} \div (1 - \text{緯紗之縮度})$$

$$\text{整經長} = \text{織長} \div (1 - \text{經紗之縮度}) + (\text{上機及了機之消耗})$$

$$= \text{疋長} \div (1 - \text{經紗之縮度}) \times \text{疋數} + \text{製織前後之消耗}$$

$$\text{上機及了機之消耗} = 0.8 \text{公尺} (\text{上機} 0.2 \text{公尺}, \text{了機} 0.6 \text{公尺})$$

例129: 經緯紗之縮度照前例, 設織幅為36公分, 每疋長12公尺, 求10疋之整經長及筘通幅。

〔解〕 筘通幅 $=36 \div (1-0.033)=37.4$ 公分。

整經長 $=12 \times 10 \div (1-0.043)+0.8=126.8$ 公尺。

[3] 紗之根數及筘之計算

總經紗數 $=$ 經紗密度 \times 布幅 $=$ 筘之密度 \times 筘通幅 \times 每筘齒穿經數。

總緯紗數 $=$ 緯紗密度 \times 布長。

筘之密度 $=$ (經紗密度 \div 每筘齒穿經數) \times (1-緯紗縮度)。

$=$ 總經紗數 \div (筘通幅 \times 每齒穿經數)。

例130: 每公分間經緯之密度36根,每齒穿2經,緯紗縮度為6%,布幅40公分,疋長22公尺,求經緯紗之總根數及筘之密度。

〔解〕 總經紗數 $=36 \times 40=1440$ 根

總緯紗數 $=36 \times 2200=79200$ 根。

筘之密度 $=(36 \div 2) \times (1-0.06)=16.92=17$ 筘齒/公分。

[4] 亨克數之計算

經紗亨克數 $=$ (總經紗數 \times 整經長) \div 1 亨克之長。

緯紗亨克數 $=$ 總緯紗數 \times 筘通幅 \div 1 亨克之長。

例131: 總經紗數1000根,棉布長115公尺,筘通幅40公分,整經長120公尺,緯紗密度每公分23根,求經緯紗之亨克數。

〔解〕 棉紗 1 亨克之長 $=840$ 碼 $=768$ 公尺

經紗 $=(120 \times 1000) \div 768=156.2$ 或 157 亨克。

緯紗 $=(23 \times 12000 \times 40) \div 76800=143.7$ 或 144 亨克。

例132: 經緯紗之消耗,普通有 3% 至 7% 之多,茲設前例之經緯消耗為 4%,求所需經緯紗之亨克數。

〔解〕 經紗 $=157 \times (1+0.04)=163.28$ 亨克。

緯紗 $=144 \times (1+0.04)=149.76$ 亨克。

例133. 某梳毛嘍機整經長65公尺,每公分間11筘齒,每齒穿2經,筘通幅連邊共82公分,經紗依黑色5根,棕色3根之次序排列之,邊紗每邊用32根白紗,求

所需經緯紗之亨克數。

〔解〕 總經紗數 $=11 \times 2 \times 82=1704$ 根。

邊紗 $=32 \times 2=64$ 根， 地紗 $=1804-64=1740$ 根。

(白色)邊紗 $=(65 \times 64) \div 1000=4.16$ (亨克)

地紗 $=(1740 \times 65) \div 1000=113.1$ 亨克。

黑色地紗 $=113.1 \times \frac{5}{8}=70.7$ 亨克，

棕色地紗 $=113.1 \times \frac{3}{8}=42.4$ 亨克。

[5] 重量之計算

經(緯)紗之重量 $=($ 標準重量 \div 支數 $) \times$ 亨克數。

經紗之重量 $=($ 總經數 \times 整經長 \times 標準重量 $) \div$ (標準長 \times 支數)

緯紗之重量 $=($ 總緯數 \times 筘通幅 \times 標準重量 $) \div$ (標準長 \times 支數)

例134: 棉布1疋,用20^S經紗30亨克,16^S緯紗25亨克,求各紗之重及其總重。

〔解〕 經紗重量 $=(454 \div 20) \times 30=681$ 公分

緯紗重量 $=(454 \div 16) \times 25=709$ 公分

總共重量 $=681+709=1390$ 公分。

例135: 倘前例中經紗有漿份20%,求其總重量。

〔解〕 $681(1+0.2)+709=1526$ 公分。

例136: 某織物用32/2棉紗為經,25/1亞麻紗為緯,經紗每吋30筘齒,每齒穿2經,筘通幅31吋,緯紗每吋50緯,疋長60碼,織縮5碼,求每疋之重。

〔解〕 經紗(棉紗)之重 $=\frac{30 \times 2 \times 31 \times 65}{840 \times 16}=9$ 磅

緯紗(亞麻紗)之重 $=\frac{50 \times 31 \times 60}{300 \times 25}=12.4$ 磅。

總重量 $=9+12.4=21.4$ 磅。

[6] 織物組織與經緯密度之關係

經緯之密度因所用原紗之粗細,組織,織物之種類及用途等而異,設計者決定密度之方法如次:

(A) 經緯紗粗細相同時：

設 A = 完全經(緯)線數，即一完全組織中交錯不同之經(緯)紗根數。

C = 每公分間並列之紗數。

B = 一完全組織中切斷面之交錯點數。

則 一公分間經(緯)紗之密度 = $(A \times C) + (A + B)$

例137. 設某紗在每公分間可並列40根，倘織平紋， $\frac{2}{2}$ 斜紋，8經緞紋時，每公分之經緯密度，各為若干？

〔解〕 平紋： $(2 \times 40) + (2 + 2) = 20$ 根

$\frac{2}{2}$ 斜紋： $(4 \times 40) + (4 + 2) = 26.6 = 27$ 根。

8經緞紋： $(8 \times 40) + (8 + 2) = 32$ 根。

XI. 毛紗經緯密度及每碼噸數表

紗別	支數		直徑 每吋根數	每吋經緯數			每碼噸數			備註
	Y.K.S.	萬國制		$\frac{2}{2}$ 斜紋	$\frac{3}{3}$ 斜紋	$\frac{4}{4}$ 斜紋	$\frac{2}{2}$ 斜紋	$\frac{3}{3}$ 斜紋	$\frac{4}{4}$ 斜紋	
紡 毛 紗	5	2.58	31	21	23	25	37.8	41.4	45	罐 闊 70 吋， 重 量 損 失 18 %。 整 理 後 幅 闊 56 吋，
	7	3.62	36	24	27	29	31	34.7	37.3	
	10	5.16	42	28	32	34	25.2	28.8	30.6	
	15	7.75	53	35	40	42	21	24	25.2	
	20	10.3	60	40	45	48	18	20.2	21.6	
	25	12.9	68	45	51	54	16.2	18.3	19.4	
	30	15.5	75	50	56	60	15	16.8	18	
	35	18.1	80	53	60	64	13.6	15.5	16.3	
梳 毛 紗	(英制) $\frac{2}{10}$	5.64	48	32	36	38	25.6	28.8	30.4	罐 闊 65 吋， 重 量 損 失 10 %。 整 理 後 幅 闊 60 吋，
	$\frac{2}{20}$	11.29	68	45	51	54	18	20.4	21.6	
	$\frac{2}{30}$	16.9	83	55	62	66	14.6	16.5	17.6	
梳 毛 紗	$\frac{2}{40}$	22.58	95	64	72	75	12.8	14.4	15	罐 闊 65 吋， 重 量 損 失 10 %。 整 理 後 幅 闊 60 吋，
	$\frac{2}{50}$	23.2	105	71	79	85	11.3	12.6	13.6	
	$\frac{2}{60}$	33.8	117	78	88	94	10.4	11.7	12.5	
	$\frac{2}{70}$	39.4	126	84	95	101	9.6	10.5	11.5	
	$\frac{2}{80}$	45	135	90	101	108	9	10.1	10.8	

(B) 經緯紗粗細不同時：

A = 完全經(緯)線數。

B = 一完全組織中之交錯點數。

C = 經紗 1 公分間並列之根數。D = 緯紗 1 公分間並列之根數。

x = 所求每公分間經(緯)紗之密度。

$$\begin{aligned} \text{因一完全組織中經緯紗平均之粗細} &= \left(\frac{1}{C} \times A + \frac{1}{D} \times B\right) \div (A + B) \\ &= \frac{DA + CB}{CD(A + B)} \end{aligned}$$

$$\text{一公分間並列之紗數} = CD(A + B) \div (DA + CB)$$

$$\text{故 } (A + B) : A = \{CD(A + B) \div (DA + CB)\} : x$$

$$x = \frac{CDA(A + B)}{(A + B)(DA + CB)} = \frac{CDA}{DA + CB}$$

例138：30支棉經紗，20支棉緯紗，平織時之經緯密度如何？

〔解1.〕 30^S棉經紗直徑 = 1/51公分； 20^S棉緯紗直徑 = 1/47.8公分

$$\text{平均之粗細} = \left(\frac{1}{51} \times 2 + \frac{1}{47.8} \times 2\right) \div 4 = \frac{1}{49.3} \text{即每公分並列紗49根,}$$

$$x = \frac{2 \times 49}{4} = 24.5 \text{或25根。}$$

$$\text{〔解2.〕 } x = \frac{51 \times 47.8 \times 2}{47.8 \times 2 + 51 \times 2} = 24.6$$

第六節 紡織物之設計**[1] 紡績工程之設計**

不論棉毛絲麻，其紡績工程雖異，但其設計之計算方法，則大同小異，茲以棉紡為例說明之，棉紡所用之牽伸，已略如表X所示，至於各種紗支適用之纖維長度，示之如次：

纖維長度(吋)	梳棉紗支數		精梳棉紗	
	經紗	緯紗	經紗	緯紗
1吋以下	28支以下	35支以下	.....	.....
1 ~ 1 $\frac{1}{8}$ "	20 ~ 40	30 ~ 50	30支以下	40支以下
1 $\frac{1}{8}$ " ~ 1 $\frac{1}{2}$ "	30 ~ 50	40 ~ 60	30 ~ 60	40 ~ 70
1 $\frac{1}{4}$ " ~ 1 $\frac{3}{8}$ "	50 ~ 75	60 ~ 80	60 ~ 70	70 ~ 100

$1\frac{3}{8}'' \sim 1\frac{1}{2}''$	}	75~100	80~120	70~80	100~120
$1\frac{1}{2}'' \sim 1\frac{5}{8}''$				80~120	120~150
$1\frac{5}{8}'' \sim 1\frac{3}{4}''$	}	75~100	80~120	100~180	150~180
$1\frac{3}{4}$ 吋以上				150~300	150~300

倘供刮絨或厚織物所用或10支以內之緯紗，可用一次粗紡工程，紡普通經緯紗時，則用2~3次粗紡工程，如紡細薄之高等織物及針織用紗時，則用4次粗紡工程，甚有用至5次者，倘有大牽伸粗紡機，則用一次粗紡工程，可紡成最高至6號(普通4號)之粗紗。至于精梳工程則在紡40支以上之紗時用之。

設計紗支之紡績工程時，須考慮細紗因加撚而生之縮率(普通3~7%)，否則即不能得準確之紗支也。

例139: 以3號粗紗，經6.87倍牽伸，紡成20支細紗，求其縮率。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 縮率} &= 1 - \{ \text{細紗支數} \div (\text{牽伸} \times \text{粗紗號數}) \} \\ &= 1 - \{ 20 \div (6.87 \times 3) \} = 0.03 = 3\% \end{aligned}$$

茲將設計紡績某種紗支所需清花棉卷每碼重量之計算方法，示之如次：

A. 用普通牽伸紡24支梳棉紗時：

粗紡3道， 三紡，再紡，精紡均用雙紡，
併條2道， 細紗之撚縮設為5%。

機 械	牽 伸	支 數 及 每 碼 重 量
精 紡	11	前羅拉送出支數 = $24 \div 95\% = 25.26$ 支
三 紡	6.54	$(25.26 \div 11) \times 2 = 4.592$ 支
再 紡	5.6	$(4.59 \div 6.54) \times 2 = 1.40$ 支
初 紡	3.59	$(1.40 \div 5.60) \times 2 = 0.50$ 支
二併條	6	$(0.50 \div 3.59) \times 1 = 0.139$ 支或60格令/碼。
頭併條	6	$(60 \times 6) \div 6 = 60$ 格令。
梳 棉	101(落棉7%)	$(60 \times 6) \div 6 = 60$ 格令
彈 棉		$(60 \times 101) \div 93\% = 6516$ 格令 = 14.9兩

B. 用大牽伸紡24支梳棉紗時:(並用表式列之)。

粗紡1道 精紡用單紡
併條2道 精紡撚縮為5%。

撚縮	0.95	24	細紗支數。
精紡牽伸	20	25.26	前羅拉送出支數。
粗紡牽伸	9.1	1.263	粗紗號數。
		0.139	二道併條支數，
		8.333	
		60	二道併條棉條每碼格令。
二道併條併合數		6	
二道併條牽伸		6	360 (×
		60	頭道併條每碼格令。
頭道併條併合數		6	
頭道併條牽伸		6	360 (×
		60	梳棉機棉條每碼格令。
梳棉機牽伸		101	
梳棉機消耗率7%		0.93	6060 (×
		437.5	6516
		14.9	棉卷每碼噸數

茲錄各種紗支之棉紡規格，列如表 XII，以供參考，該表所得各項數字之來源，茲以 10^8 為例，分列算式如次：

$$\text{乾燥格令} = \frac{1000}{\text{支數}} (1 - \text{含水率}) = \frac{1000}{10} (1 - 7.83\%) = 92.17$$

$$\text{紡出支數} = \text{支數} \div (1 + \text{伸長率}) = 10 \div (1 + 0.7\%) = 9.93$$

$$\text{紡出乾格令} = \text{乾燥格令} \times (1 + \text{伸長率}) = 92.17 \times (1 + 0.7\%) = 92.82$$

$$\begin{aligned} \text{紡出格林} &= \text{紡出乾格令} \div (1 - \text{精紡含水率}) = 92.82 \div (1 - 6.5\%) \\ &= 99.27 \end{aligned}$$

$$\text{粗紗亨克 (HK)} = \frac{30 \text{ 碼} \times 8 \frac{1}{3}}{\text{粗紗格林}} = \frac{250}{\text{粗紗格林}} = \frac{250}{230} = 1.09 \text{ 號}$$

$$\text{實際牽伸} = \frac{\text{粗紗格林}}{30} \div \frac{\text{紡出格令}}{120} = \frac{230}{30} \div \frac{99.27}{120} = 9.27$$

$$\text{計算牽伸} = \frac{\text{實際牽伸}}{1 - \text{牽伸縮度}} = \frac{9.27}{1 - 6.5\%} = 9.91$$

$$\text{主要牽伸} = \text{計算牽伸} \div \text{解撚牽伸} = 9.91 \div 1.20 = 8.26$$

$$\text{每吋撚數} = \sqrt{\text{支數}} \times \text{撚度係數} = \sqrt{10} \times 4.65 = 14.69$$

$$\begin{aligned} \text{錠子速度 (R/M)} &= \text{前羅拉速度 (R/M)} \times \text{前羅拉直徑} \times \frac{22}{7} \times \text{每吋撚數} \\ &= 210 \times \frac{7}{8} \times \frac{22}{7} \times 14.69 = 8433 \end{aligned}$$

$$\text{20小時計算產量} = \frac{\text{前羅拉速度 (R/M)} \times \text{前羅拉直徑} \times \frac{22}{7} \times 60 \times 20}{36 \times 840 \times \text{支數}}$$

XII. 棉 紡 規 格

支	牽	原	纖	乾	含	紡	後	伸	紡	精	紡	粗	粗	粗	實	牽	計	解	主	擦	每	織	
別	式	類	度	林	%	途	程	%	數	林	%	林	式	林	亨	伸	度	伸	伸	伸	係	擦	力
方	種	長	格	格	率	用	工	率	支	格	率	格	方	林	亨	牽	縮	牽	牽	牽	係	擦	強
10S	R	中棉	5/8 ¹¹⁻¹ / 4 ¹⁵ / 8 ¹¹⁻¹ / 4 ¹¹	92.17	7.83	絞紗	筒、搖	0.7	9.13	92.82	6.5	99.27	二道	230	1.09	9.27	6.5	9.91	1.20	8.26	4.65	14.69	120
10S	A	中棉	5/8 ¹¹⁻¹ / 4 ¹⁵ / 8 ¹¹⁻¹ / 4 ¹¹	92.17	7.83	絞紗	筒、搖	0.7	9.93	92.82	6.5	99.27	單程	300	0.83	12.09	6.5	12.9	1.23	10.48	4.55	14.4	120
16S	R	中、印	3 ¹¹⁻¹³ / 4 ¹⁶ / 8 ¹¹⁻¹³ / 4 ¹⁶	57.60	7.83	絞紗	筒、搖	0.7	15.89	58.0	62.03	二道	160	1.56	10.3	6.0	11.0	1.22	9.02	4.35	17.4	80	
16S	A	中、印	3 ¹¹⁻¹³ / 4 ¹⁶ / 8 ¹¹⁻¹³ / 4 ¹⁶	57.60	7.83	絞紗	筒、搖	0.7	15.89	58.0	62.03	單程	250	1.0	16.1	6.0	17.1	1.27	13.45	4.30	17.2	80	
20S	R	中、美	13 ¹¹⁻¹³ / 7 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	46.08	7.83	絞紗	筒、搖	0.7	19.86	45.40	49.62	二道	150	1.67	12.1	6.0	12.9	1.20	10.75	4.28	19.1	65	
20S	A	中、美	13 ¹¹⁻¹³ / 7 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	46.08	7.83	絞紗	筒、搖	0.2	19.96	46.17	49.38	單程	230	1.09	13.6	6.0	19.8	1.26	15.71	4.28	19.1	70	
20S	A	中、美	13 ¹¹⁻¹³ / 7 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	46.08	7.83	絞紗	筒、搖	0.2	19.96	46.17	49.38	單程	23	1.09	18.7	6.0	19.9	1.25	15.79	3.8	17	60	
32S	R	美棉	7 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	28.80	7.83	絞紗	筒、搖	0.8	31.74	29.03	31.05	二道	125	2.0	16.1	5.5	17.0	1.24	13.6	4.1	23.2	48	
32S	A	美棉	7 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	28.80	7.83	絞紗	筒、搖	0.8	31.74	29.03	31.05	二道	125	2.0	16.1	5.5	17.0	1.25	13.6	4.1	23.2	48	
32S	R	美棉	7 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	28.80	7.83	雙股	筒併搖	2.63	31.13	29.55	31.61	二道	125	2.0	15.8	5.5	16.7	1.24	13.45	4.1	23.2	48	
32S	A	美棉	7 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	28.80	7.83	絞紗	筒、搖	0.2	31.93	28.85	30.87	單程	175	1.43	22.7	5.5	24	1.33	18.05	4.1	23.2	50	
32S	A	美棉	7 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 8 ¹¹⁻¹³	28.80	7.83	雙股	筒併搖	2.93	40.3	22.58	6.5	30.80	單程	175	1.43	24.8	5.5	24	1.33	18.05	4.1	45	
42 1/2 S	A	美棉	11 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 32 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³	21.94	7.83	雙股	筒併搖	2.93	40.3	22.58	6.5	24.15	單程	150	1.67	24.8	5.5	24	1.35	19.4	4.0	38	
42 1/2 S	A	美棉	11 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 32 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³	21.94	7.83	雙股	筒併搖	2.93	40.3	22.58	6.5	24.15	單程	150	1.67	24.8	5.5	24	1.35	19.4	4.0	38	
42S	A	美棉	11 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³ / 32 ¹¹⁻¹³ / 16 ¹¹⁻¹³	21.94	7.83	絞紗	筒、搖	0.8	41.67	22.12	6.5	23.66	二道	150	1.67	25.3	5.5	25.8	1.35	19.85	4.0	38	

$$= \frac{210 \times \frac{7}{8} \times \frac{22}{7} \times 60 \times 20}{36 \times 840 \times 10} = 2.2 \text{ 磅}$$

$$\begin{aligned} \text{或20小時計算產量} &= \frac{\text{錠子速度 (R/M)} \times 60 \times 20}{\text{每吋撚數} \times 35 \times 840 \times \text{支數}} \\ &= \frac{8483 \times 60 \times 20}{14.67 \times 36 \times 840 \times 10} = 2.29 \text{ 磅} \end{aligned}$$

$$\text{實際產量} = \text{計算產量} \times \text{效率} = 2.29 \times 92\% = 2.11 \text{ 磅}$$

XIII. 紡毛紡績各種紗支牽伸與粗紗重量表(萬國制)

30公尺粗紗之重(g) 牽伸	細紗支數	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		1 1	6.60	5.50	4.71	4.13	3.67	3.30	3.00	2.75	2.54	2.35	2.20	2.06
1 2	7.20	6.00	5.14	4.50	4.00	3.60	3.27	3.00	2.77	2.57	2.40	2.25	
1 3	7.80	6.50	5.57	4.88	4.33	3.90	3.55	3.25	3.00	2.79	2.60	2.44	
1 4	8.40	7.00	6.00	5.25	4.67	4.20	3.82	3.50	3.23	3.00	2.80	2.63	
1 5	9.00	7.50	6.43	5.63	5.00	4.50	4.09	3.75	3.46	3.21	3.00	2.81	

XIV 40支梳毛紗紡績規格 (Continental system)

機 械 種 類	喂入品號數	併 合 數	牽 伸	送 出 之 號 數 (HK)
G.11 Balling	—	—	—	0.03
1st Drawing	0.03	2	4	0.16
2nd Drawing	0.16	3	4	0 212
3rd Drawing	0.212	2	4	0 424
Reducing	0.424	2	4.25	0 9
Slubbing	0.9	3	4.25	1 27
1st intermediate	1.27	4	4 25	1 34
2nd intermediate	1.34	3	4 25	1.89
Roving	1.89	4	4 25	2
Finishing Roving	2.00	2	4.25	4 25
S. A. Mule	4.25	1	9.41	40支

XV. 絹絲與絨絲紡績規格

(萬國制)	支數	每小包乾燥重量(g)	含水份%	乾燥重量		強 力		撚 度	每小包亨克數	每小包每絞亨克數	每小包每絞數	長度	印 度 式 包 裝
				(G)	100M	120碼	1 吋						
絹	210 ^S /2	4525	9.5	0.864	24	20.3	525	1HK × 2.5	210	計共	重五公 斤	重五公 斤	
	140 ^S /2	4510	9.8	1.288	44	16.6	350	1HK × 2.5	140	十			
	120 ^S /2	4500	10	1.480	50	16.6	300	1HK × 2.5	120	五			
絨	40 ^S /1	4450	11	2.225	65	13.6	200	1HK × 5	40	五	12	小	

XVI. 絹紡工程牽伸撚數規格

支別	機別		延展 3呎×π	製條 6碼	練條 6碼	始紡 30碼	再紡 30碼	延絞 30碼	粗紡 30碼	精紡 120碼	紬絲精紡 120碼
	規格	林伸撚數 併根數									
210s/1 絹	格	林	2006	400	300	180	50			8.07	
	牽	伸	12—16	9.5	8.0	8.3	7.2			24.8	
	撚	數				.819	1.49			20.3	
	併	根			6	1	2			1	
120s/1 絹經	格	林	2005	400	300	225	70			14.1	
	牽	伸	10—12	9.5	8.0	6.7	6.4			19.8	
	撚	數				0.99	1.69			16.6	
	併	根			6	1	2			1	
120s/1 絹緯	格	林	2005	400	210			200	62.5	14.1	
	牽	伸	10—12	9.5	9.5			5.3	6.4	17.7	
	撚	數							1.69	16.6	
	併	根			5		1	2	1		
60s/1 絹	格	林	2005	400	200			350	100	28.2	
	牽	伸	10—12	9.5	10.0			5.7	7	14.1	
	撚	數							1.3	14	
	併	根			5		2	2	1		
80s/1 麻	格	林	3472	600	350	300	100			35	
	牽	伸	12—16	11	8.6	5.8	6			11.4	
	撚	數				0.99	1.44			14.5	
	併	根			5	1	2			1	
40s/1 麻	格	林	3472	600	300	300	100			70	
	牽	伸	12—16	11	8.6	5.8	6			5.7	
	撚	數				0.99	1.44			11.5	
	併	根			5	1	2			1	
40s/1 紬	格	林									42.3
	牽	伸									1.7
	撚	數									13.6
	併	根									1

[2] 織物之設計

關於各種織物之設計，茲錄各種規格(或採自書籍雜誌，或集自工廠實地製織記錄)以示大概，不另贅述。

XVII. 棉布組織表

布別	粗布	細布	細布	斜	嗶	印花坯布	闊幅花布	府綢	五頁直貢呢	八頁直貢呢
1 布重(磅)	13.25	12.3	12.125	7.8 ^a	7.5	20.5	11.2 ^a 11.25	6.5 ^a	8.25 ^a	9.55 ^a
2 布寬(吋)	36 1/8	36 1/8	29 5/8	31 1/4 ^a	28.0	30	38 ^a	30 1/4 ^a	28.0	30 1/4 ^a
3 布長(碼)	40.5	41.0	40.5	29.25 ^a	30.5	120.5	39.92 ^a	29.31 ^a	30.529.5 ^a	30.530.13 ^a
4 經密	44.0	64.0	91.0	80.5 ^a	87.0	68.3	79.3 ^a	84.9	90.2 ^a	97.5
5 緯密	44.0	63.3	59.0	63.7 ^a	61.0	62.5	75.5 ^a	70.6	50.8 ^a	49.61.1 ^a
6 支數	14	23	23	42/2		32	30	60/2	42/2	42/2
7 強力(磅)	109	70	70	95		45	55	93	95	95
8 吋燃	17	19	19	25.8		22	22	28.4	25.8	25.8
9 紗燃向	Z	Z	Z	S		Z	Z	S	S	S
10 支數	15	21	21	21		32	32	42/2	21	21
11 強力	98	60	60	60		43	45	95	60	60
12 吋燃	16	16	16	16		21	21	24.5	16	16
13 紗燃向	Z	Z	Z	Z		Z	Z	S	Z	Z
14 每分軸經數	410	388	386	487		414	433	459	456	476
15 分軸只數	4	6	7	5		5	7	6	6	7
16 總經數	1640	2328	2702	2435		2070	3031	2754	2736	3332
17 每經長度(碼)	7540	13200	13200	11300		20000	12430	12900	11300	11300
18 每分軸紗重(磅)	260.95	265.09	260.78	310		276	217	233	290	303
19 全軸總重(磅)	1043.80	1590.51	1825.46	1550		1380	1519	1398	1740	2121
20 漿紗墨印長度(碼)	42.4	44.20	44.5	31.4		127.00	43.4	32.9	31.40	31.5

21	每正經紗重量 (磅)	5.88	5.33	6.154	4.306	9.65	5.309	3.560	4.82	5.898
22	每正漿經重量 (磅)	8.25	7.01	8.062		12.45	6.636	3.916	5.109	6.311
23	上漿量 (磅)	2.37	1.68	1.910		2.80	1.327	0.356	0.239	0.413
24	上漿率 %	40.31	31.5	31		29	25	10	6	7
25	落漿重量 (磅)	0.410	0.250	0.156		0.290	0.040	0.041	0.046	0.007
26	布內漿經重量 (磅)	7.84	6.76	7.903		12.16	6.596	3.875	5.063	6.308
27	實際上漿量 (磅)	1.96	1.43	1.754		2.51	1.287	0.315	0.243	0.410
28	實際上漿率 %	33.33	26.8	23.5		26	24.2	8.8	5.04	6.9
29	號	42	60	53	38	64	37	44	57	52
30	每籠經紗數	2	2	3	4	2	4	4	3	4
31	邊紗根數	4×4×2	4×4×2			4×4×2	4×4×2	4×4×2	4×8×2	4×8×2
32	籠幅 (吋)	38.67	38.375	31.07	32.4	32.0	40.75	31.2	31.8	32.0
33	計算上緯紗密度	42.5	57.5	55.38	61.5	59.81	73.47	48	58.8	58.9
34	每正緯紗重量 (磅)	5.41	5.54	4.093	3.326	8.55	4.577	2.625	3.187	3.242
35	經紗織縮	5.48%	7.24%	7.9%	6.9%	7.0%	8.0%	10.4%	5.4%	4.4%
36	緯紗織縮	6.58%	5.87%	5.5%	5.7%	6.5%	6.7%	3.0%	4.9%	3.9%
37	最重 (磅)	13.50	12.55	12.250	31.5	20.75	34.0	26.5	25.25	19.6
38	標準 (磅)	13.25	12.30	12.125	31.2	20.50	33.6	26.0	24.75	19.1
39	最輕 (磅)	13.00	12.05	12.00	31.0	20.25	33.0	25.5	24.25	18.6
40	最寬 (吋)	36 ¹ / ₄	36 ¹ / ₄	29 ³ / ₄	30 ¹ / ₂	30 ¹ / ₈	38 ¹ / ₄	30 ¹ / ₂	30 ¹ / ₂	31
41	標準 (吋)	36 ¹ / ₈	36 ¹ / ₈	29 ⁵ / ₈	30 ³ / ₄	30	38	30 ³ / ₄	30 ³ / ₄	30 ³ / ₄
42	最狹 (吋)	36	36	29 ¹ / ₂	30	29 ¹³ / ₁₆	37 ¹ / ₄	30	30	30 ¹ / ₂
43	最長 (碼)	41.00	41.5	41.00	117.5	121.03	120.25	118.0	89.0	60.50
44	標準 (碼)	40.50	41.0	40.50	117.0	120.50	119.75	117.25	88.5	60.25

45度	最	短	(碼)	40.00	40.5	40.00	116.5	120.00	119.25	116.75	88.0	60.00
46	經	紗	回	0.106	0.096	0.111	0.065	0.174	0.096	0.053	0.072	0.088
47	緯	紗	回	0.065	0.067	0.049	0.045	0.100	0.055	0.024	0.038	0.039
48	緯	紗	回	0.171	0.163	0.106	0.105	0.274	0.151	0.077	0.110	0.127
49	重	量	每	5.96	5.426	6.265	4.371	9.824	5.405	3.613	4.892	5.986
50	重	量	每	5.475	5.617	4.142	3.366	8.451	4.632	2.649	3.225	3.281
51	重	量	每	11.461	11.033	10.375	7.737	18.274	10.037	6.262	8.117	9.267
52	重	量	每	11.29	10.870	10.247	7.632	18.00	9.886	6.185	8.007	9.140

〔註〕△為加工後規格，茲以細布為例，說明上表各項數字之由來。

$$(16) \text{總經數} = \text{每分軸經數} \times \text{分軸只數} \\ = 388 \times 6 = 2328$$

$$(18) \text{每分軸紗重} \\ = \frac{\text{每分軸經數} \times \text{每經長度(碼)}}{\text{經紗支數} \times 840} \\ = \frac{388 \times 13200}{23 \times 840} = 265.09 \text{磅}$$

$$(19) \text{全軸總重} = \text{每分軸紗重} \times \text{分軸只數} \\ = 265.09 \times 6 = 1590.54 \text{磅}$$

$$(21) \text{每疋經紗重量} \\ = \frac{\text{漿紗墨印長度(碼)} \times \text{總經數}}{\text{經紗支數} \times 840} \\ = \frac{44.2 \times 2328}{23 \times 840} = 5.33 \text{磅}$$

$$(23) \text{上漿量} = \text{每疋漿經重量} - \text{經紗重量} \\ = 7.01 - 5.33 = 1.68 \text{磅}$$

$$(24) \text{上漿率} = \frac{\text{上漿量}}{\text{經紗重量}} \times 100 \\ = \frac{1.68}{5.33} \times 100 = 31.5\%$$

$$(26) \text{布內漿經重量} = \text{每疋漿經重量} - \text{落漿量} \\ = 7.01 - 0.25 = 6.76 \text{磅}$$

$$(23) \text{實際上漿率} = \frac{\text{實際上漿量}}{\text{經紗重量}} \times 100 \\ = \frac{1.68 - 0.25}{5.33} \times 100 = 26.8\%$$

$$(34) \text{每疋緯紗重量} \\ = \frac{\text{筵幅(吋)} \times \text{計算緯密} \times \text{漿紗墨印長度}}{\text{緯紗支數} \times 840} \\ = \frac{38.375 \times 57.5 \times 44.2}{21 \times 840} = 5.54 \text{磅}$$

$$(35) \text{經紗織縮} = \frac{\text{漿紗墨印長} - \text{疋長}}{\text{漿紗墨印長}} \\ = \frac{44.2 - 41}{44.2} = 7.24\%$$

$$(36) \text{緯紗織縮} = \frac{\text{筵幅} - \text{布幅}}{\text{筵幅}} \\ = \frac{38.375 - 35.125}{38.375} = 5.87\%$$

XVIII. 紡 毛 織 物 組 織 表

織 物 名 稱		制服呢	男大衣呢	羅羅呢	海力司	女飾呢	法蘭絨	次級絨毯
組	織	$\frac{2}{2}$ ↖	$\frac{2}{2}$ 破斜	$\frac{1}{2}$ ↖	$\frac{2}{2}$ ↗	$\frac{2}{2}$ ↗	平紋	$\frac{1}{3}$ 破緯二重
經 紗	原 料	棉紗	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	棉 紗
	支 數	2 ^S /2	5	8	8	12	14	10/2
	整 後 吋 經	30	23.2	37.6	36.5	41.3	45.6	21
緯 紗	原 料	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	紡毛紗	紡 毛 紗
	支 數	1/5.5	5	8	8	12	14	3.5
	製 織	38	24	30	30	33	33	53
	緯 整 後	38	29.6	34.2	32.5	35.8	41.7	53
筈	筈齒/吋	13	11	10	10	11	8	9
	經/齒 (地一邊)	2—3	2—3	3—4	3—4	3—4	4—6	2—3
闊 度 (吋)	筈 闊	66"	73"	70"	68"	69"	80"	70"
	地 邊	$\frac{4}{3}$ "	$\frac{4}{3}$ "	1"	1"	$\frac{10}{11}$ "	1"	
	織 縮(%)	6.5%	6%	4.5%	6%	6%	5%	5.7%
	織 下	63	70	67.6"	65"	66	77	66"
	整 縮(%)	9.5%	18.5%	16%	12.4%	15%	26%	9.1%
	整 後	57	57	57"	57"	56	57	60"
經 數	邊 經 數	52	44	40	40	40	48	12
	總 經 數	1716	1606	2140	2080	2317	2698	1272
每 正 長 度 (碼)	整 經	68	66	78	70	70	80	85吋
	織 縮(%)	12%	10%	12%	7%	7%	10%	5.9%
	織 下	60	60	68.5	65	65	72	80"
	整 縮(%)		18.4%	12.5%	7.8%	7.8%	21%	
	整 後	60	49	60	60	60	57	80"
每 正 重 量 (磅)	經 紗	14	44	42	37	27.3	30.15	0.72
	緯 紗	56	43	37	34	25.2	27.85	4.76
	毛 坯	70	87	79	71	52.5	58	5.48
	損 失(%)	10%	15%	10.6%	10%	10%	11%	17.8%
	整 後	63	74	70.5	64	47.2	51.5	4.5
	每 碼 兩 數	16.8	24.2	18.8	17	12.6	14.4	32.2

(註) 1. 上表棉紗支數照英制計算,紡毛紗照萬國制計算。
 2. 同一品名之織物,其織法繁多,上表僅示其大概耳。

XIX. 絹蔴織物組織表

織物名稱		絹紡A	絹紡B	綿綢	紡建呢	燈蕊呢	蠶絲呢	絲嗶呢	蔴紡	蔴膠布
組織		平紋	平紋	平紋	綢組織	條子平紋	$\frac{2}{2}$ ↗	$\frac{2}{2}$ ↗	平紋	人字
經紗	原料	絹絲	絹絲	紬絲	絹絲	人造絲	絹絲	絹絲	蔴紗	棉紗
	支數	210S/2	120S/2	40S/1	210S/2	120號	120S/2+	60S/2	80S/2	2/32S
	生坯經密	102	86	55	104	155	100	80	54	76
緯紗	原料	絹絲	絹絲	紬絲	絹絲	絹絲	絹絲	絹絲	蔴紗	苧蔴紗
	支數	210S/2	120S/2	40S/1	120S/2	120S/2	120S/4	120S/4	40S/2	30S
	生坯緯密	80	66	53	77	88	54	65	43	57
筈號(每吋經數)		97.33	81.33	53.33	100	148	96	76	51	72
闊度(吋)	筈闊(地經)	32.55	32.61	32.5	32.5	34.5	34.5	33.5	33.5	33.5
	織縮%	4.75%	4.17%	6.15%	4.61%					6%
	織下	31''	31.25''	30.5	31	33	33	32	32	31.5
	整縮%	6.45%	7.2%	4.92%	6.45%	6.05%				4.8%
	整後	27''	25''	29''	29''	31''	31''	30''	30''	30
總經數		3216	2700	1732	3300	590	3350	2600	1755	2400
每正長度(碼)	整經	54.5	56	56	52			55		47.5
	織縮	5.76%	7.5%	7.8%	2.69%					15.8%
	織下	5.33	51.8	51.7	50.6			51		40
	整縮	2.16%	3.2%	2.8%	0.69%					10.5%
	整後	50.25	50.25	50.25	50.25	50	50	50	50	42
每正重量(磅)	經紗	3.36	5.14	7.08	3.182					8.48
	漿重	0.26	0.25	0.87	0.27					0.848
	上漿率%	7.18	4.8	10.94%	7.82%	3.7%		2.45%	10.3%	10%
	漿料脫落量	0.012	0.012	0.11	0.012					0.348
	實際經絲漿重	3.608	5.388	7.84	3.44					8.98
	緯紗	2.722	4.012	5.626	4.56					8.46
	經緯漿總重	6.33	9.4	13.465	8	13	15.5	17.6	20.82	17.4
	煉整後重量	6	7.85	11	7		13.5	17.5	18	14
噸/碼		1.91	2.5	3.5	2.23					5.35

XX. 梳毛織物組織表

織物名稱	幅闊 (除邊)	經 紗		緯 紗		噸/碼	備 註
		支數	吋經	支數	吋緯		
嗶 嘰 A	58"	45/2	70	45/2	68	12~13	
嗶 嘰 B	58"	45/2	70	20	58	12~13	
花 呢 A	58"	40/2	70	40/2	60	13.5~14.5	
花 呢 B	58"	40/2	70	20	60	13.5~14.5	
海力蒙 A	58"	45/2	70	45/2	68	12~13	
海力蒙 B	58"	45/2	80	45/2	74	14~15	
華達呢 A	58"	45/2	96	40	64	11.5~12.5	
華達呢 B	58"	40/2	90	40	62	11.5~12.5	
哈咪呢 A	58"	56/2	88	56/2	80	12~13	
哈咪呢 B	58"	45/2	76	45/2或20	64	13~14	
直 貢 呢	58"	40/2	125	40	72	15.5~16.5	
女 色 呢	56"	45/2	64	45/2	56	12~13	
凡 力 丁	58"	45/2	62	45/2	44	9~10	
派 力 斯	58"	56/2	60	45/2或32	56	7~8	
板 司 呢	58"	45/2	44	45/2	35	8~9	
制 服 呢	58"	40/2	58	12 ^s 紡毛紗	48	15~16	

第七節 附 錄

[1] 各種纖維規定標準回潮率表(英國制)

棉花及棉紗	8 $\frac{1}{2}$ %	毛織物	16%	馬海毛	10%
梳毛紗線	18 $\frac{1}{4}$ %	短羊毛	14%	駱駝毛	13%
毛條(加油者)	19%	人造絲	11%	洗滌羊毛	16%
毛條(洗滌者)	18 $\frac{1}{4}$ %	亂絲	9%	大麻	12%
紡毛紗線	17%	生絲	11%	黃麻	13.75%

我國商場和工廠，多用含水量表示水份，民國23年7月由棉業統制會規定原棉合法含水率為11%，欲求含水率時，可先秤原料，再放于212°~230°F之高溫下烘乾之，稱其重量而計算之。

[2] 棉紡工場標準溫濕度

部	別	夏季		冬季	
		溫度(°C)	濕度(%)	溫度(°C)	濕度(%)
混	棉	32	55	16~23	45
清	棉	31	55	16~23	45
梳	棉	35	55	19~23	45
併	條	35	60	21~23	55
粗	紡	35	60	21~23	55
精	紡	36	55~60	21~23	50
絡	紗	32	80	16~23	75
搖	紗	32	70	16~23	65
撚	線	32	70	16~23	65
小	包	35	70	16~23	65
大	包	34	60	15~20	55

用國棉時濕度應較以上所示略高半成至一成。

[3] 毛紡工場標準溫濕度

部	別	英制梳毛紡績		法制梳毛紡績		紡毛紡績	
		溫度	相對濕度	溫度	相對濕度	溫度	相對濕度
梳	毛部	80°F	65~70%	75°F	65~70%	75°F	65~70%
精	梳部	80°F	60~70%	75°F	65~75%		
整	條部	75°F	50~60%				
粗	紡部	75°F	50~60%	75°F	65~75%		
精	紡部	75°F	50~55%	75°F	75~80%	75°F	55~60%
併	撚部	75°F	50~55%				
織	造部	80°F	50~55%	80°F	50~55%	80°F	50~55%
毛條毛紗濕度處理部		70°F	85~90%	70°F	80~90%	75°F	55~60%

[4] 織造工場標準關係濕度

棉織 75~78%，麻織 82~90%，毛織 50~55%，
棉提花機 85%，棉整理工場 60~62%，棉準備工場 65%。

[5] 羊毛纖維品質支數及可紡支數表

英 品 質 支 數	織 維 粗 細 $\mu = \frac{1}{10\%}$ 公 厘			可 紡 支 數 (英制)				
	水份檢查所 S.Kershaw	H. S. Holden	J.E.Duerden	A.S.T.M.	A. F. Barker	水份檢查所	Stanbury	Kershaw
28	81	85			14	16		
32	65	64			19	24		
36	54	53		39.0~41.0	25	28		
40	43	42	45	37.5~38.5	30	P→36, C→32	24	3)
44	39	39	42	35.5~36.5	34	40	29	34
46	37	36	37	34.0~35.0	34	40	32	36
48	34	34	34	32.0~33.0	36	44~46	35	4)
50	32	32	32	30.5~31.0	38	48	38	42
56	27	27	28	25.5~29.0	45	50	46	48
58	25	25	27	23.0~25.5	52	48~50	50	52
60	24	24	26	24.5~25.5	54	56	52	56
64	21	21	25	20.0~21.3	64		60	6)
66	20	20	22	18.9~20.0				
70	19	19	22	17.9~18.9	76	80	70	72
80	15	18	20	17.0~17.9	100	100	100	
90	13	17	20	16.2~17.0		150		
100	11	16		15.4~16.2				

支 粗 一 10 公 尺 之 重	支 數	粗 細 間 卷 曲 數													
		36	40	44	46	48	50	56	58	60	64	70	80	90	100
μ		54.04	42.68	39.19	36.49	34.14	31.95	26.66	25.23	23.77	21.53	18.69	15.07	12.53	10.53
mg. 絕對乾燥		—	—	—	—	4.82	4.97	8.39	10.86	11.9	12.54	13.95	—	—	—
		13.29	13.71	12.9	11.34	11.08	9.88	8.08	6.77	6.06	5.1	4.26	3.92	—	—

Bradford 商業會議水份檢查所發表標準品質支數(q)與纖維粗細($\mu = \frac{1}{1000}$ 吋)所示數值 d 之關係:

$$q = \frac{1}{1.6 \sqrt{1.52d}}$$

q = 可紡梳毛紗(Ne)英制支數

$$Ne = Kq.$$

品質支數	28 ^s	32 ^s	36 ^s	46 ^s ~50 ^s	56 ^s	58 ^s ~60 ^s	70 ^s	80 ^s	90 ^s
K	0.5	0.6	0.7	0.75	0.8	0.9	1.1	1.25	1.3

[6] 溫度計

溫度計種類	華氏 F	攝氏 C	列氏 R
沸點	212° F	100° C	80° R
冰點	32° F	0° C	0° R

$$\therefore 180:100 = (F-32):C$$

$$\therefore C = (F-32) \times \frac{5}{9} \quad \text{或} \quad F = C \times \frac{9}{5} + 32$$

$$C = R \times \frac{5}{4} \quad \text{或} \quad F = (R \times \frac{9}{4}) + 32$$

$$R = C \times \frac{4}{5} \quad \text{或} \quad R = (F-32) \times \frac{4}{9}$$

[7] 比重計(Hydrometer)

(A) 波美氏比重表(Baume's Hydrometer)——除英國外,我國,日本及歐美各國均用之,有測較水輕及較水重之液體兩種,設 D =比重, n =比重計度數,則 $D = 144.3 \div (144.3 - n)$ *

例140:波美30°,比重為若干?

$$\text{比重} = \frac{144.3}{144.3 - 30} = 1.262$$

(B) 杜華特比重表(Twaddle Hydrometer)——專用於英國,我國及日本亦間用之,此表僅有測重液用者,其刻度將比重($d_{4^{\circ}\text{C}}^{15^{\circ}\text{C}}$) 1與2之間分為200等

分,是以一度相當於比重 0.005 即 $D=1+0.005n$

例141: 求杜氏60度之液體之比重。

〔解〕 比重 $=1+0.005 \times 60=1.3$ 。

例142: 比重 1.8 之液體,其杜氏度數為若干?

〔解〕 $n = \frac{D-1}{0.005} = \frac{1.8-1}{0.005} = \frac{0.8}{0.005} = 160$

[8] 三角函數之真數表

表中上欄之正弦及餘弦,係對於左側角度 $0^\circ \sim 45^\circ$ 者,下欄之正弦及餘弦,係對於右側行中之角度 $45^\circ \sim 90^\circ$ 者,例如 $\text{Sin}10^\circ=0.1736$, $\text{Sin}60^\circ=0.866$ 。

(角)	Sine(正弦)	Cosine(餘弦)	(角)	(角)	Sine(正弦)	Cosine(餘弦)	(角)
0°	0	1	90°	23°	.3907	.9205	67°
1	.0175	.9998	89	24	.4067	.9135	66
2	.0349	.9994	88	25	.4226	.9063	65
3	.0523	.9985	87	26	.4384	.8988	64
4	.0698	.9976	86	27	.4540	.8910	63
5	.0872	.9962	85	28	.4695	.8830	62
6	.1045	.9945	84	29	.4848	.8746	61
7	.1219	.9925	83	30	.5000	.8660	60
8	.1392	.9903	82	31	.5150	.8572	59
9	.1554	.9877	81	32	.5299	.8480	58
10	.1736	.9848	80	33	.5446	.8387	57
11	.19 8	.9816	79	34	.5592	.8290	56
12	.2079	.9781	78	35	.5736	.8192	55
13	.2250	.9744	77	36	.5878	.8090	54
14	.2419	.9703	76	37	.6018	.7986	53
15	.2588	.9659	75	38	.6157	.7880	52
16	.2756	.9613	74	39	.6293	.7771	51
17	.2924	.9563	73	40	.6428	.7660	50
18	.3060	.9511	72	41	.6561	.7547	49
19	.3256	.9455	71	42	.6691	.7431	48
20	.3420	.9397	70	43	.6820	.7314	47
21	.3584	.9335	69	44	.6947	.7193	46
22	.3746	.9272	68	45	.7071	.7071	45
(角)	Cosine(餘弦)	Sine(正弦)	(角)	(角)	Cosine(餘弦)	Sine(正弦)	(角)

[9] 空氣濕度表(g=格令/立方呎, %=相對濕度)

乾 濕 差 種 別 溫 度(F)	0°		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
60	100	5.8	94	5.4	88	5.1	82	4.7	76	4.4	71	4.1	66	3.8	62	3.6	58	3.3	54	3.1	50	2.9	46	2.7	43	2.5
61	100	6.0	94	5.6	88	5.2	82	4.9	77	4.6	72	4.3	67	4.0	62	3.7	58	3.5	54	3.2	50	3.0	47	2.8	44	2.6
62	100	6.2	94	5.8	88	5.4	82	5.1	77	4.7	72	4.4	67	4.1	62	3.9	58	3.6	54	3.4	50	3.1	47	2.9	44	2.7
63	100	6.4	94	6.0	88	5.6	82	5.2	77	4.9	72	4.6	67	4.3	63	4.0	59	3.7	55	3.5	51	3.3	47	3.0	44	2.8
64	100	6.6	94	6.2	88	5.8	82	5.4	77	5.1	72	4.8	67	4.5	63	4.2	59	3.9	55	3.6	51	3.4	48	3.2	45	3.0
65	100	6.8	94	6.4	88	6.0	83	5.6	78	5.3	73	4.9	68	4.6	63	4.3	59	4.0	55	3.8	51	3.5	48	3.3	45	3.1
66	100	7.0	94	6.6	88	6.2	83	5.8	78	5.5	73	5.1	68	4.8	64	4.5	60	4.2	56	3.9	52	3.7	48	3.4	45	3.2
67	100	7.3	94	6.8	88	6.4	83	6.0	78	5.6	73	5.3	68	5.0	64	4.7	60	4.4	56	4.1	52	3.8	49	3.6	46	3.3
68	100	7.5	94	7.1	88	6.6	83	6.2	78	5.8	73	5.5	68	5.2	64	4.8	60	4.5	56	4.2	52	4.0	49	3.7	46	3.5
69	100	7.8	94	7.3	88	6.9	83	6.5	78	6.1	73	5.7	68	5.3	64	5.0	60	4.7	56	4.4	53	4.1	50	3.9	47	3.6
70	100	8.0	94	7.5	88	7.1	83	6.7	78	6.3	73	5.9	69	5.5	65	5.2	61	4.9	57	4.6	53	4.3	50	4.0	47	3.8
71	100	8.3	94	7.8	88	7.3	83	6.9	78	6.5	73	6.1	69	5.7	65	5.4	61	5.1	57	4.7	53	4.4	50	4.2	47	3.9
72	100	8.5	94	8.0	89	7.6	84	7.1	79	6.7	74	6.3	69	5.9	65	5.6	61	5.3	57	5.0	54	4.7	51	4.4	48	4.1
73	100	8.8	94	8.3	89	7.8	84	7.4	79	7.0	74	6.6	70	6.2	66	5.8	62	5.4	58	5.1	54	4.8	51	4.5	48	4.2
74	100	9.1	94	8.6	89	8.1	84	7.6	79	7.2	74	6.8	70	6.4	66	6.0	62	5.6	58	5.3	55	5.0	52	4.7	48	4.4
75	100	9.4	94	8.9	89	8.4	84	7.9	79	7.4	74	7.0	70	6.6	66	6.2	62	5.8	58	5.5	55	5.2	52	4.9	49	4.6
76	100	9.7	94	9.2	89	8.6	84	8.2	79	7.7	75	7.2	71	6.8	67	6.4	63	6.1	59	5.7	55	5.4	52	5.1	49	4.8
77	100	10.0	94	9.5	89	8.9	84	8.4	79	8.0	75	7.5	71	7.1	67	6.7	63	6.3	59	5.9	56	5.6	53	5.3	50	4.9
78	100	10.3	94	9.7	89	9.2	84	8.7	79	8.2	75	7.8	71	7.3	67	6.9	63	6.5	59	6.2	56	5.8	53	5.5	50	4.9

79	19910.6	9510.1	90	9.5	85	9.0	80	8.5	75	8.0	71	7.6	67	7.2	63	6.8	59	6.4	55	6.0	53	5.6	50	5.3
80	10011.0	9510.4	90	9.8	85	9.3	80	8.8	75	8.3	71	7.8	67	7.4	63	7.0	59	6.6	55	6.2	53	5.8	50	5.5
81	10011.3	9510.7	90	10.1	85	9.5	80	9.1	76	8.6	72	8.1	68	7.6	64	7.2	60	6.8	56	6.4	53	6.0	50	5.7
82	10011.7	9511.1	90	10.5	85	9.9	80	9.4	76	8.9	72	8.4	68	7.9	64	7.5	60	7.1	57	6.7	54	6.3	51	5.9
83	10012.0	9511.4	90	10.8	85	10.2	80	9.7	76	9.1	72	8.6	68	8.2	64	7.7	60	7.3	57	6.9	54	6.5	51	6.1
84	10012.4	9511.7	90	11.1	85	10.5	80	10.0	76	9.4	72	8.9	68	8.5	64	8.0	60	7.5	57	7.1	54	6.7	51	6.3
85	10012.8	9512.1	90	11.5	85	10.9	80	10.3	76	9.7	72	9.2	68	8.7	64	8.3	61	7.8	58	7.4	55	7.0	52	6.6
86	10013.2	9512.5	90	11.8	85	11.2	80	10.6	76	10.1	72	9.5	68	9.0	64	8.5	61	8.1	58	7.6	55	7.2	52	6.8
87	10013.6	9512.9	90	12.2	85	11.6	81	11.0	77	10.4	73	9.8	69	9.3	65	8.8	61	8.3	58	7.9	55	7.4	52	7.0
88	10014.0	9513.3	90	12.6	85	12.0	81	11.4	77	10.8	73	10.2	69	9.6	65	9.1	61	8.6	58	8.1	55	7.7	52	7.3
89	10014.4	9513.7	90	13.0	85	12.3	81	11.7	77	11.1	73	10.5	69	10.0	65	9.4	61	8.9	58	8.4	55	8.0	52	7.5
90	10014.8	9514.1	90	13.4	85	12.7	81	12.1	77	11.4	73	10.8	69	10.3	65	9.7	62	9.2	59	8.7	56	8.3	53	7.8
91	10015.3	9514.5	90	13.8	85	13.1	82	12.5	77	11.8	73	11.2	70	10.6	66	10.1	62	9.5	59	9.0	56	8.5	53	8.1
92	10015.7	9514.9	90	14.2	85	13.5	82	12.8	78	12.2	74	11.6	70	11.0	66	10.4	62	9.9	59	9.3	55	8.8	53	8.3
93	10016.2	9515.4	90	14.7	86	14.0	82	13.3	78	12.6	74	11.9	70	11.3	66	10.7	63	10.2	60	9.6	57	9.1	54	8.7
94	10016.7	9515.9	90	15.1	86	14.4	82	13.7	78	13.0	74	12.3	70	11.7	66	11.1	63	10.5	60	10.0	57	9.5	54	9.0
95	10017.2	9516.3	90	15.5	86	14.8	82	14.1	78	13.4	74	12.7	70	12.1	66	11.5	63	10.9	60	10.3	57	9.8	54	9.3
96	10017.7	9516.8	90	16.0	86	15.2	82	14.5	78	13.8	74	13.1	70	12.4	66	11.8	63	11.2	60	10.7	57	10.1	54	9.6
97	10018.2	9517.3	90	16.5	86	15.7	82	14.9	78	14.2	74	13.5	70	12.8	67	12.2	64	11.6	60	11.0	57	10.4	54	9.9
98	10018.7	9517.8	90	17.0	86	16.2	82	15.4	78	14.6	74	13.9	70	13.2	67	12.6	64	12.0	61	11.4	58	10.8	55	10.2
99	10019.3	9518.4	91	17.5	87	16.7	83	15.9	78	15.1	75	14.4	71	13.7	67	13.0	64	12.3	61	11.7	58	11.1	55	10.5
100	10019.8	9518.9	91	18.0	87	17.2	83	16.3	78	15.5	75	14.8	71	14.1	68	13.4	64	12.7	61	12.1	58	11.5	55	10.9

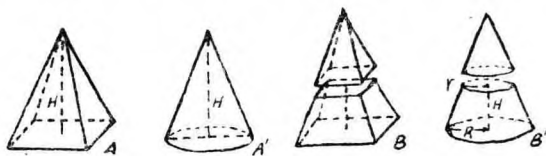
[10] 應用算式彙錄

A. 面積：

1. 三角形面積 = (底 × 高) ÷ 2
2. 三角形面積 = 三邊之和之半數，分別減去各邊之長，所得各差數，與三邊之和之半數相乘之積，以所得積數，開平方根。
3. 正方形面積 = 一邊之平方
4. 長方形面積 = 長 × 闊。
5. 平行四邊形面積 = 底 × 高
6. 菱形面積 = 二對角線之積之半
7. 梯形面積 = $\{(上底 + 下底) \times 高\} \div 2$
8. 多角形面積 = 諸三角形面積之和。
9. 正多角形面積 = (各邊長度之和 × 自中心至一邊之垂線) ÷ 2
10. 圓形面積 = (圓周 × 半徑) ÷ 2 = $\pi \times 半徑^2$
11. 扇形面積 = (中心角度數 ÷ 360°) × $\pi \times 半徑^2$

B. 體積：

1. 正方體體積 = 一邊之立方。
2. 直六面體體積 = 長 × 闊 × 高。
3. 直角壙 (Right prism) 體積 = 高 × 底面積。
4. 直圓壙 (Right cylinder) 體積 = 高 × 底面積



第 37 圖

5. 正角錐 (Regular pyramid, 如第37圖A) 體積 = (高 × 底面積) ÷ 3
6. 直圓錐 (Right cone, 如第37圖A') 體積 = (高 × 底面積) ÷ 3
7. 球 (Sphere) 體積 = $\frac{1}{6} \times \pi \times 直徑^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 半徑^3$

8. 截頭圓錐體(如第37圖B') 體積 = $\frac{\pi \times H}{3}(R^2 + R + r + r^2)$
 9. 截頭正角錐(如第37圖B) 體積 = $\{\sqrt{\text{上面積} \times \text{下面積} + (\text{上下兩面積之和})\} \times (\text{高度} \div 3)$

C. 代數公式摘要:

- $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
- $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$
- $ax^2 + bx + c = 0$, 則其二根 = $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

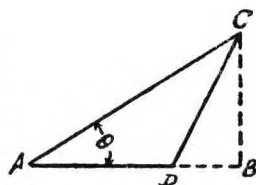
D. 三角:

如第38圖, 三角形 ABC, B角為直角

$$\sin \theta = \frac{BC}{AC} = \frac{\text{對邊}}{\text{斜邊}} \quad \csc \theta = \frac{AC}{BC} = \frac{\text{斜邊}}{\text{對邊}}$$

$$\cos \theta = \frac{AB}{AC} = \frac{\text{鄰邊}}{\text{斜邊}} \quad \sec \theta = \frac{AC}{AB} = \frac{\text{斜邊}}{\text{鄰邊}}$$

$$\tan \theta = \frac{BC}{AB} = \frac{\text{對邊}}{\text{鄰邊}} \quad \cot \theta = \frac{AB}{BC} = \frac{\text{鄰邊}}{\text{對邊}}$$



第 38 圖

- $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$
- $\tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$
- $\begin{cases} \sin A \times \csc A = 1 \\ \cos A \times \sec A = 1 \\ \tan A \times \cot A = 1 \end{cases}$
- $\sin(x+y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$
- $\cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$
- $\tan(x+y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$
- $\sin(x-y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$
- $\cos(x-y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$
- $\tan(x-y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$
- ADC 為斜角三角形(第38圖)
 $\overline{DC}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{AD}^2 - 2 \times AC \times AD \times \cos \theta$
- 第38圖: $\overline{AC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{BC}^2$

[11]

金屬材料重量表

金屬種類	1立方呎之重 (磅)	1立方呎之重 (磅)	一磅立積 (立方呎)	比重(水=1)
鑄鐵 (Cast iron)	0.260	450	3.85	7.10
鍛鐵 (Wt. iron)	0.278	430	3.60	7.80
鋼 (steel)	0.284	490	3.53	7.852
銅 (Copper)	0.321	552	3.15	8.90
黃銅 (Brass)	0.308	518	3.37	8.10
鋅 (Zinc)	0.258	445	3.85	7.20
鋁 (Aluminum)	0.096	166	10.35	2.56
鉛 (Lead)	0.412	710	2.44	11.35

各種金屬管之重量(一呎長之磅數)。

$$D = \text{管之外徑(吋)}, \quad d = \text{管之內徑(吋)}, \quad t = \text{管厚(吋)} = \frac{1}{2}(D-d)$$

A = 管料金屬一立方呎之重量磅數, 其值如上表所示。

$$W = \text{管重} = 12\pi At(D-t) = 12\pi At(d+t)$$
鑄鐵管之重 $W = 9.8t(D-t) = 9.8t(d+t)$ 鍛鐵管之重 $W = 10.48t(D-t) = 10.48t(d+t)$ 鋼管之重 $W = 10.7t(D-t) = 10.7t(d+t)$ 銅管之重 $W = 12.1t(D-t) = 12.1t(d+t)$ 黃銅管之重 $W = 11.6t(D-t) = 11.6t(d+t)$ 鉛管之重 $W = 15.5t(D-t) = 15.5t(d+t)$

[12]

水之當量單位

	英制		美制		附註
	磅	加侖	磅	加侖	
1立方呎之水	62.425	6.235		7.481	海水重量 = 清水重量 × 1.025
1立方呎之水	0.036120	0.0036	0.03620	0.0043	海水 1立方呎之重 = 64.05磅
1加侖之水	10		8.355		c. g. s 制, 每立方公分之水重
1立方公尺之水		220			1公分

[13] 度量衡單位

A. 長度

公 厘 mm.	公 分 cm.	公 尺 m.	公 里 km.	吋 in.	呎 ft.	碼 yd.	哩 miles.	海 哩
3.03030	.303030	.003030	.000003	.119305	.009942	.003314	.000001	.000001
30.3030	3.03030	.030303	.000030	1.19305	.099421	.033144	.000018	.000016
303.030	30.3030	.303030	.000303	11.9305	.994211	.331403	.000188	.000163
1818.18	181.818	1.81818	.001818	71.5832	5.96527	1.98842	.001129	.000981
10909.0	10909.0	109.090	.109090	4294.99	357.916	119.305	.067734	.058867
.....	392727.	3927.27	3.92727	154619.	12884.9	4294.99	2.44033	2.11924
1.	.100000	.001000	.000001	.039370	.003280	.001093	.000003	.000000
10.0000	1.	.010000	.000010	.393707	.032808	.010936	.000003	.000005
1000.00	100.000	1.	.001000	39.3707	3.28089	1.09363	.000621	.000539
.....	100000.	1000.00	1.	39370.7	3280.89	1093.63	.621332	.539621
25.3995	2.53995	.025399	.000025	1.	.083333	.027777	.000015	.000013
304.794	30.4794	.304794	.000304	12.0000	1.	.333333	.000089	.000164
914.383	91.4383	.914383	.000914	35.0000	3.00000	1.	.000568	.000494
20116.4	2011.64	20.1164	.020116	792.000	66.0000	22.0000	.012500	.010855
.....	160931.	1609.31	1.60931	63360.0	5230.00	1760.00	1.	.868421
.....	185315.	1853.15	1.85315	72960.0	6080.00	2026.66	1.15151	1.

B. 容 積

立方公分 cm ³	立方公尺 m ³	公 升 ℓ	立方吋 in ³	立方呎 ft ³	立方碼 (yd ³)	加侖(英) (gal)	加侖(美)
27.8264	.000027	.027826	1.69816	.000982	.000036	.006127	.007351
27826.4	.027826	27.8265	1693.16	.982735	.036397	6.12784	7.35137
.....	6.01051	6010.51	366802.	212.259	7.86114	1323.61	1587.89
18.0390	.000018	.018039	1.100410	.000637	.000023	.003972	.004765
180.390	.000180	.180390	11.00410	.006370	.000235	.039725	.047656
1803.90	.001803	1.80390	110.0410	.063707	.002359	.97250	.476567
18039.0	.018039	18.0390	1100.410	.637077	.023595	3.97250	4.76567
180390.	.180390	180.390	11004.10	6.37077	.235954	39.7250	47.6567
1.	.000001	.001000	.051027	.000935	.000001	.000220	.000264
.....	1.	1000.00	61027.1	35.3165	1.30802	220.216	264.186
1000.00	.001000	1.	61.0271	.035316	.001308	.220216	.264186
16.3870	.000016	.016387	1.	.000578	.000021	.003608	.004329
23316.8	.023316	23.3168	1728.00	1.	.037037	6.23549	7.48051
764554.	.764554	764.554	46656.0	27.0000	1.	168.358	201.974
4545.96	.004545	4.54596	277.413	.160372	.005939	1.	1.2010
3785.43	.003785	3.78543	231.000	.133680	.004951	.83270	1.

C. 重量

公厘 (mg)	公分 (g)	公斤 (kg)	法噸 (1000kg)	格令 (gr)	兩 (oz)	磅 (lb)	英噸 (ton)	美噸 (ton)
375.000	.375000	.000375	.000000	5.78712	.03227	.000326	.000000	.000000
3750.00	3.75000	.003750	.000003	57.8712	.132277	.003267	.000003	.000004
375000.	375.000	.375000	.000375	5787.12	13.2277	.826732	.000359	.000433
.....	3750.00	3.75000	.003750	57871.2	132.277	8.26732	.003590	.004333
600000.	600.000	.600000	.000600	9259.30	21.1641	1.32277	.000590	.000561
200.000	.200000	.000200	.....	3.03640	.007050	.000440	.000000	.000000
1.	.001000	.000001	.....	.05432	.000035	.000002	.000000	.000000
1000.00	1.	.001000	.000001	15.4320	.035273	.002204	.000000	.000001
.....	1000.00	1.	.001000	15432.0	35.2739	2.20462	.000934	.001102
.....	.....	1000.00	1.	.....	35273.9	2204.62	.984205	1.10230
64.7938	.064798	.000054	.....	1.	.002235	.000142	.000000	.000000
28349.5	28.3495	.028349	.000028	437.500	1.	.062500	.000027	.000031
453592.	453.592	.453592	.000453	7000.00	16.0000	1.	.000446	.000500
.....	.....	1016.04	1.01604	.....	35840.0	2240.00	1.	1.12000
.....	.....	907.178	.907178	.....	32000.0	2000.00	.892857	1.

D. 面積

平方公尺	安(Are)	平方公里	平方呎	平方呎	平方碼	平方哩
.000918	.000069	.000000	1.42337	.069384	.000109	.000000
.091827	.000918	.000000	142.337	.988457	.109328	.000000
3.30582	.033058	.000003	5124.15	35.5844	3.95382	.000001
99.1735	.991736	.000099	153724.	1057.53	118.614	.000038
991.735	9.91736	.000991	.....	10575.3	1186.14	.000382
9917.35	99.1736	.009917	.....	105753.	11861.4	.003829
.....	154234.	15.4234	.....	.....	.....	5.95525
1.	.010000	.000001	1550.05	10.7642	1.19603	.000000
100.000	1.	.000100	155005.	1076.42	119.603	.000038
.....	10000.0	1.	.....	.....	.....	.336116
.000645	.000006	.....	1.	.006944	.000771	.000000
.092899	.000923	.....	144.000	1.	.111111	.000000
.836097	.008360	.000000	1295.00	9.00000	1.	.000000
404.671	4.04671	.000404	627264.	4356.00	484.000	.000156
4046.71	40.4671	.004046	.....	43560.0	4840.00	.001562
.....	25398.9	2.53989	.....	.....	.....	1.

[14] 習題

(1) 某圓之直徑為 $2\frac{3}{4}$ 吋, 求其圓周。(8.64吋)

(2) 某粗紡機之前羅拉, 每分鐘212.76轉, 送出粗紗23.208碼/分, 求該機前羅拉之直徑。 $(1\frac{1}{4}"$)。

(3) 某彈棉機每週工作50小時, 生產棉卷13000磅, 廢棉5%, 求喂入之原棉為若干磅? 在10小時內產生之廢棉為若干磅?(13684磅; 136.8磅)。

(4) 原棉100磅, 開棉機損失4%, 清棉機損失2%, 梳棉機損失6%, 求各機之損失量及總共之損耗率。(4, 1.92, 5.6448磅; 11.56%)。

(5) 以100磅原棉經過開棉, 清棉及梳棉機, 其損失量在開棉機為4磅, 清棉機2磅, 梳棉機5磅, 求各機之損耗率及總共損耗率。(4%, 2.08%, 5.32%; 11%)。

(6) 某紗經漂白後重402.5磅, 漂白時損失8%, 求其原重。(437.5磅)。

(7) 某經紗上漿後重90磅, 上漿率為44%, 求未上漿時之紗重。(62.5磅)。

(8) 設室內溫度為 30°C , 露點為 20°C , 求相對濕度。(55.2%)。

(9) 某濕度計之乾球溫度為 80°F , 濕球溫度為 75°F , (參考第122頁) 求相對濕度。(75%)。

(10) 已知回潮率為7.55%, 求其含水率(7.02%)。

(11) 今有羊毛1000磅, 試驗其含水率三次, 得 18.25%, 18.3%, 18.22%, 如規定回潮率為16%, 問該毛之合法重量為若干磅。(948)。

(12) 紗5磅, 絕對乾燥後重4磅11兩, 問須在何種回潮率之下, 始能恢復原重量? $(6\frac{2}{3}\%)$ 。

(13) 某原棉含水時之重為2磅, 烘乾後重1磅13兩1打蘭, 求在規定回潮率 $8\frac{1}{2}\%$ 時之重量, 及其超過規定之水量, 並求超過規定回潮率之百分數。(504.5打蘭, 7.5打蘭, 1.6%)。

(14) 棉紗長1哩, 重1兩, 求其英制支數。

(15) 棉紗長6吋, 重0.2格令, 求其英制支數。(33.52支)

(16) 由每碼11.5兩之清花棉卷40碼, 紡製50支之棉紗, 如廢棉不計, 問可得紗長若干碼?(1, 212, 121碼)。

(17) 0.00123號, 0.0014號之棉卷, 其每碼各重若干盎司? (15.5, 13.5).

(18) 一棉卷長40碼, 每碼重12噸, 求其號數及其總共重量(0.00153號, 30磅).

(19) 某紡毛紗長10公尺, 重0.833公分, 求其萬國制支數。(12支).

(20) 試列算式表示下列各項數字之由來

棉卷(噸/碼) = 0.019 + 棉卷號數 粗紗30碼格令 = 250 + 粗紗號數

棉條6碼格令 = 50 + 棉條號數 細紗120碼格令 = 1000 + 細紗支數

(21) 試列算式證明表IV.(支數換算常數表)各項數字之由來。

(22) 根據第18頁所載之每錠產量表, 試求42支棉紗100磅折合為20支棉紗之磅數。

(23) 某織物之經紗, 含有40支, 30支及20支等三種支數, 各長40亨克, 求其平均支數。(27.69支).

(24) 設棉紗之規定回潮率為9.5%, 求20支細紗每理之乾燥格令(46.08).

(25) 設股線之規定回潮率為8.5%, 求20/2股線每理之乾燥格令(92.17).

(26) 20支棉紗稱得各理格令如下, 52, 52, 51, 51, 49, 48, 48, 47, 46, 46, 試求其本身差異率及平均重量對標準重量差異率(8.16%, 2%).

(27) 某雙股棉線之結果支數為20支, 其中一種單紗係48支, 求另一單紗之支數(34支).

(28) 以40支, 30支及另一支數之單棉紗, 合撚為三股線, 其結果支數為10支, 求另一單紗之支數(21支).

(29) 以20支棉紗及30支梳毛紗撚合之, 求其結果支數。(棉紗10支).

(30) 某螺旋花線係3.25支, 乃由雙股棉線為基線, 而以 $3/16^S$ 棉線為飾線, 花線長10吋時, 基線亦長10吋, 唯飾線長12.5吋, 求雙股棉線之支數。(2/28^S).

(31) 某5支之花線(gimp yarn), 係以 $2/32^S$ 棉線為基線, 30支棉紗為繞線, 求飾線應為若干支? 設均為棉紗, 飾線與基線或繞線長度之比為2:1。(19.2支).

(32) 某花線(spot or knop yarn)以24支棉紗為基線, 34支梳毛紗為飾線, 梳毛紗送出之速度較棉紗快1.5倍, 設棉紗並無撚縮, 試求該花線之結果支數。(9.27^S棉紗, 13.9^S梳毛紗).

(33) 某花線以 $26/2^S$ 白棉線為基線, 以同支數之紅色及藍色單紗各1根為飾

線，飾線與基線長度之比為18:10，花線為4支，求飾線之支數。(20.8支)。

(34)某花線(loop yarn)以 $40^S/2$ 棉線為基線，30支 mohair 為飾線，10支棉紗為繞線，花線長10吋時，飾線長25吋，基線或繞線各長12吋，求該花線在英制棉紗時之結果支數。(4.65支)。

(35)某花線在梳毛紗制上為6支，係以 $2/28^S$ 棉線2根為基線，而以梳毛紗為飾線，基線之長度僅及飾線之半，求該飾線(梳毛紗)之支數。(23支)。

(36)設支數 $\times \sqrt{\text{支數}}=3.55$ ，求支數之值。(2.33)。

(37)求40支棉紗及 $2/60^S$ 梳毛線之直徑。 $(\frac{1''}{168}, \frac{1''}{116})$ 。

(38)設A及B兩軸，中心相距24吋(直接傳動)，問各應配置何種直徑之圓輪，可得傳動值為+3及-3。

(39)如第五圖， $r=8$ 吋，倘欲使B杵每分鐘移動40呎，問A輪之圓速度應為若干轉？

(40)試設計一齒輪系，使其傳動值為-19，而每輪牙數，最多不得超過75牙，最小不得少于10牙。 $(\frac{52}{12} \times \frac{57}{13}$ 再加一過界輪)。

(41)如第36圖(P.96)傳動軸為300轉/分，各羅拉直徑為 $1\frac{1''}{8}$ ，其餘牙數如下：

A	B	C	D	E	F	I	Y	V	x	y	S
58	40	20	18	16	22	60	18	24	5''	4''	24

(a) 求前羅拉之速度。

(b) 設R之齒距(pitch)為 $\frac{5''}{16}$ ，求R每分鐘升降之距離。

(c) 設F為調換輪，求D之速度常數。

(42)第10圖，設C輪直徑為14吋，三線螺旋桿30轉時，可使8800磅之重物移動20吋，問螺旋輪B應有若干牙？又設把手之半徑= $16\frac{2}{3}$ 吋，摩擦損失40%，求應用施力F之大小。(198牙，93磅)

(43)照習題41：(a)設E為1轉，求傳動軸上56牙輪之速度。

(b) 求筒管之速度。

(c) 設筒管直徑為1.5吋，求長度方面每吋捲紗圈數。

(44)設第20圖乙，A處懸掛重物8磅， $R=2'$ ， $E=4'$ ，求B點之施力。(4磅)

(45)第20圖乙， $R=12''$ ， $R'=44''$ ，設B降下6吋時，求A點移動之距離。
(1.64'')

(46)兩軸各載四階級之皮帶盤，用交叉式皮帶相連，主動軸之速度為150轉/分，被動軸之速度為50, 150, 250及600轉/分，主動軸上最小一級之皮帶盤直徑為10吋，求其他各級皮帶盤之直徑。

(47)如上題應用開口式皮帶時，並設兩軸間之距離為30吋，求各級皮帶盤之直徑。

(48)圓錐輪主動軸之速度為100R.P.M，被動軸之速度自50至200R.P.M，輪長30吋，試計算該輪各部直徑之大小，並繪圖表示之。

(49)將每磅4元, 4.5元, 5元, 6元之原棉混和之，扯價為每磅4.8元，求混棉成份。

(50)用0.15支之純棉條5根，及混棉條(人棉80%，棉20%)1根，併合之，製成人棉16%與棉84%之比率時，試求混棉條之支數(0.12)。

(51)照習題41，(a)求第36圖之總牽伸。(b)A為牽伸輪，求牽伸常數。

(52)喂入0.16支之棉條6根，製成0.18支之棉條，牽伸調換輪為60牙，求牽伸常數。(405)

(53)四列羅拉併條機，總牽伸為6，中牽伸 $=\sqrt[3]{\text{總牽伸}}$ ，後牽伸 $=\sqrt{\text{中牽伸}}$ ，求其中牽伸，後牽伸及前牽伸。(1.81, 1.34, 2.47)

(54)設總牽伸為6，後牽伸 $=\sqrt[6]{\text{總牽伸}}$ ，中牽伸 $=\sqrt[6]{\text{總牽伸}}^2$ ，前牽伸 $=\sqrt[6]{\text{總牽伸}}^3$ ，試求各牽伸。(1.35, 1.82, 2.45)

(55)由清花棉卷13兩/碼紡製20支細紗，落棉率為5%，併條3道，均6根併合，粗紡3道，(再紡，三紡及精紡均用雙紡)，求實用總牽伸，試用總牽伸及各機分配之牽伸。

56)紡10支棉紗，精紡用單紡，摺縮6%，粗紡及併條均2道，再紡用雙紡，併條用6根併合，細紡牽伸5.65，再紡牽伸5.3，初紡牽伸4.2，併條牽伸均6倍，梳棉牽伸93倍，落棉率5%，求各工程時之半成品號數及喂入棉卷每碼噸數(10.64支, 1.6, 0.6, 53格令, 53, 53, 13兩/碼)。

(57)紡36支棉紗，精紡用雙紡，摺縮為5%，粗紡三道，併條二道，梳棉機落棉率5%，試設計各機之牽伸及喂入棉卷每碼噸數。

(58)試列算式證明第115頁紡毛織物組織表所載各項數字之由來。

