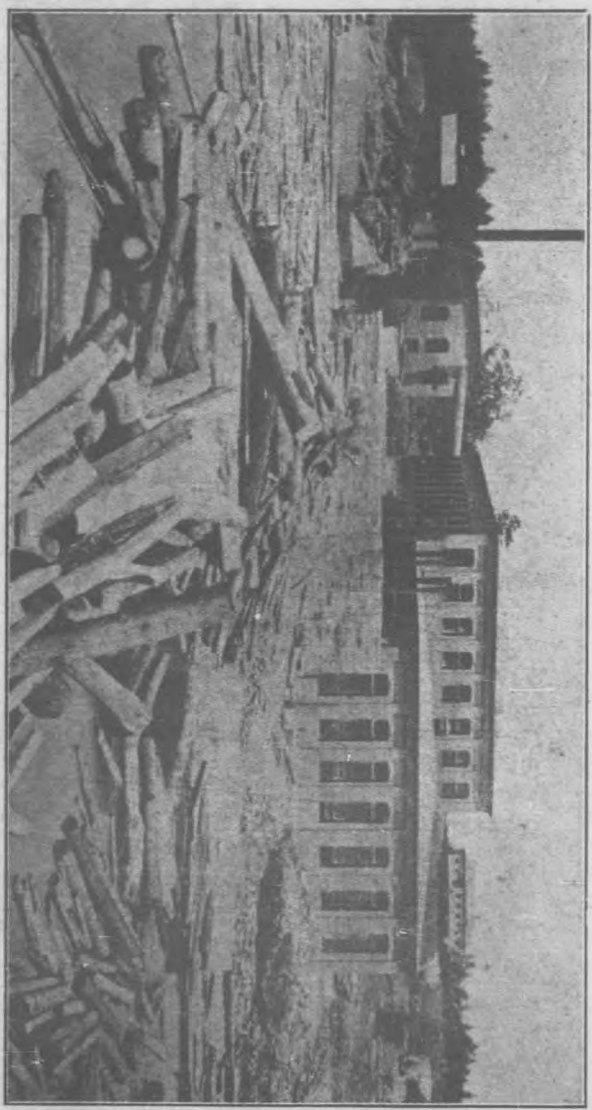


中華民國三年

非賣品

美國弗勒謙紙廠實習報告

通信處上海外日暉橋南洋中學轉交



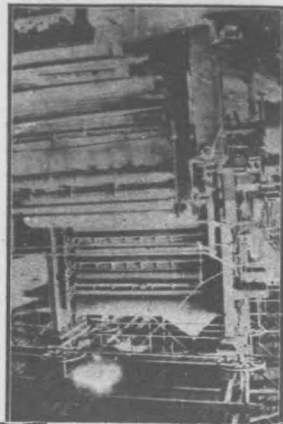
弗 勒 謙 水 磨 紙 廠  
Fletcher Ground Wood Pulp Mill.

365038

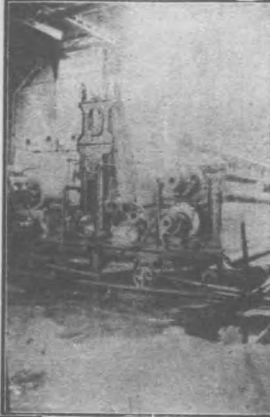
塔 汁 酸



機 光 磨



機 紙



機 料 壓



器 製 化



# 美國弗勒謙紙廠實習報告

美國米歇根大學化學工程科畢業生王百雷

Mr. Perry, C. Wong, B. Ch. E. (Michigan)



造紙一法。創始於埃及。次推中國。自蔡倫造紙。迄今約二千年。泰西則在第八世紀中。方傳其法。初用麻料。及紙之用日繁。化學益精。乃由麻料而改用破布。今日文化益進。各業所用之紙。日不知凡幾。於是破布造紙。不但工價太貴。並盡收破布。亦不能供給造紙原料。於是用木之新法發明。而造紙事業。為之一新面目。其所用之木。以松屬為多。質鬆而脆。不能取為建築材料。僅供柴薪之用而已。今取以造紙。不但無消耗建築材料之慮。亦合廢物利用之旨也。夫今日以廢物而造紙者。豈獨木料。如麥柴稻草楮皮甘蔗渣黍米梗以及哀斯拜島草。(Esparto) 又何一不可以造紙乎。

中國之紙。向以竹製。質薄而不堅韌。并易透光。不能兩面印刷。此不合今日印刷之用也。近來書局報館所用之紙。皆由外洋輸入。每歲漏卮何限。不可不亟圖改良也。或曰中國舊有之紙。雖不合印刷之用。而毛筆書畫。皆極適宜。勢不能盡用洋紙也。不知西法造紙。非不能

造毛筆合用之紙。第西人習用鋼筆。造薄紙不適於用耳。今既明造紙之原理。祇須將西紙減輕松青漿。(Rosin size) 造出之紙。即與白礬紙無異。曾見在華美國領事報告中。載有中國紙業近況。深勸美國商造毛筆合用之紙。幸彼美商尙無是舉。否則中國造紙者之生活。已一掃而盡矣。言之尤爲寒心也。

中國造紙舊法。取未發葉之嫩竹。浸石灰漿中。待其腐爛。然後提出纖維 (Fibre or cellulose) 用以製紙。竹固爲極好紙料。然其法不能存在於今日之工業界。何也。以嫩竹製紙。已大背工業經濟之原理矣。蓋竹之可取以造紙者爲纖維。然嫩竹多含水分及澱粉。此澱粉經日光之作用。久即變爲纖維。故俟竹老而後用之。則所得紙料。可數倍於嫩竹。又以嫩竹製紙。只能於春夏行之。豈一工廠能歇業數月乎。故中國舊有造紙之法。萬不能用於今日也。

一木之生長。須待十五年。而後可用之以造紙。苟一旦將木料用盡。則紙即匱乏。故今日美國學者。日在研究。欲得一本國產之植物。以代木料。雖麥柴稻草等。俱可造紙。惜纖維太短。致紙不堅韌。爲可憾也。凡業化學工程。猶如醫家。須先按脈息。再問病情。而後開方服藥。故

建設大工業者。須先審本國商情及國產原料。而後解決其工業問題也。余在大學肄業時。留心紙業。想中國立國數千年。所存木料無多。故非用竹不可。而中國舊有造紙法。不合今日工業之用。已言之矣。於是專門研究用竹造紙法。經年餘而發明一法。可用老毛竹於八小時至十二小時內。製成紙料。考其纖維之長短。平均約四米里適當。較木質纖維稍長。然欲設一廠。非有大資本不可。而其工本之合算與否。尙在研究中。法苟至善。而工本不合算。亦不能辦。須往連城上杭永定等產竹之處。調查原料之價值。交通之利便與否。而後可定其法之合宜與否也。

上海之紙廠有三。一名華章。在浦東。一名龍華。在下海浦。一在日暉橋。日暉橋之廠名龍章。龍章外。其餘二廠。俱已閉歇。今參考龍章紙廠。其內容之佈置。尙爲合法。惜乎所用紙機。極爲平常。否則出貨當更速。其所造之紙爲包皮紙。紙料甚佳。但紙質鬆而不堅。着墨卽化。此由不上松青漿 (Rosen Slige) 之故。苟稍改良。其紙亦可充毛筆寫字之用。消路自倍。尤可憾者。其木質原料。購諸外洋。故獲利終恐不易。今查考在美之各紙廠。其獲利在於製紙料。而不在於造紙。卽以手所實習之弗勒謙紙廠論。每售紙料 (Chemical Pulp) 一頓。美金四

十五元。其工本僅三十二元耳。獲利幾及百分之三十。而得之造紙則甚微。故今中國欲辦紙業。非自製原料不可。否則其紙價恐較輸入貨更貴。用竹造料適宜與否。余尙難預決。且每用一新法。必多礙難處。耗費亦或不資。雖將來可獲大利。然決不合目前商家之心理。故爲今日計。莫妙於在東三省或廣西木料出產之所。先辦木質紙料廠。後辦紙廠。則決無失敗之虞。此余一得之愚也。

西曆一千九百十二年冬。余既卒業於美國米歇根大學之化學工程科。立意入一紙廠。爲實地練習計。蓋在校研究造紙年餘。自信於學理上稍有心得故也。第入一紙廠。甚非易易。因美國工界。排斥黃種人。十分激烈。初謀入茅角老孩紙廠(Detroit Wood Pulp Co.)。繼又謀入楷耳麥坐紙廠(Kalamazoo Paper Co.)。雖由大學教授。代爲說項。堅拒不允。後試二三處。亦復如是。是時懊惱萬狀。幸有美國同學名腓力弗勒謙者(Philip Fletcher)富家子也。其父設有紙廠於哀耳比那城。並曾任大學校董。於是以友誼故。謀之其子。遂得介紹入弗勒謙紙廠。

入廠之後。不但無見拒情形。廠中辦事人及本處居民。並十分歡迎。蓋此處向爲黃人足跡

不及之處。每行於市。行人俱笑容可掬。不若舊金山之美人。率以白眼相向者也。到該處後一日。余之來歷。即被登載於本處之新聞紙。於是該城居民莫不知有余者。

弗勒謙廠設在哀城之東部。城臨許浪湖 (Lake Huron)。地極寒冷。冬天朔風一起。雪花亂飛。直至四月間。方得溶盡。每歲不需火爐之日。蓋甚暫也。

此處在三十年前。爲一極濃密之森林。黑熊出沒之區也。居民麇集而致富者。大概由辦木料而來。廠主弗蘭克弗勒謙亦其一也。其人爽直好義。每逢廠工患病。莫不勉力撫恤。因此工人與資本家感情極好。自開辦以來。未嘗有罷工事發現。已可概見。

余進廠後。每日午前八時到廠。入化驗室。助總化驗師化分酸汁原料等物。十二時出廠午餐。下午一時復入廠。換工人衣服。練習運用一切機器之手法。隨工人操作。然吾國人體質多薄弱。執此種職業。幾不勝其勞。每下午五時出廠。率困乏非常。須回寓休息一小時許。精神方得少復。每入廠之一部。則由廠中工事總理領入。介紹該部之工頭。囑其指授一切。然此種工人。狡猾非常。每有所問。往往不道其實。余不得已。後來先與工人間談混熟。并饋以雪茄煙等物。然後於無意中間之。得其關鍵處不少。然尙恐所不實。故每隔數日。輒再問之。



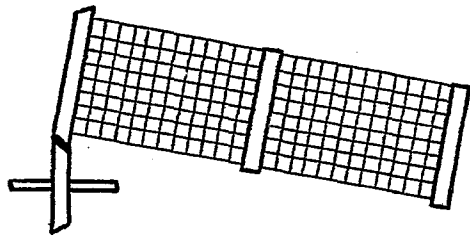
若前後相符。則其言必合無疑。廠中工人粗魯者多。余擇其誠信者而問之。故多可恃。每日晚間回寓。以日間所得筆之日記。然逐日隨記。一無頭緒。故學完一部。則另編輯之。以便將來查考。并可使同志者讀之。亦得實習之一助也。

弗勒謙廠所造之紙概用木。因爛布造紙。工本太貴。難與木製競爭。故在美國。已無復用者。歐洲亦然。但歐洲少木。以哀斯拜島草 (Esparto) 代之爲多。全廠復分四廠。一曰鋸木去皮廠。二曰化學紙料廠。三曰水磨紙料廠。四曰造紙廠。

鋸木去皮廠設許浪湖 (Huron River) 之下流。近升斗灣 (Thunder Bay) 卽此湖之出口。一切木料。在上流伐下。擲入湖中。順流而下。不費一文運費。

木之可用以造紙者甚多。其通用者爲檜 (Spruce) 排爾深 (Balsam) 海姆落克 (Hemlock) 太姆辣克 (Tamarack) 及白楊 (Poplar) 五種。而以檜樹爲最。以其纖維較細而長。排爾森木質最白。其餘三種纖維 (Fibre) 稍粗。而色亦較黃。此數種木。俱不能用作建築材料。蓋木質甚鬆。祇能作薪柴之用。今以之製紙。亦可謂廢物利用矣。

鋸木去皮廠之廠屋。分上下二層。一切運動總機關。俱在下層。鋸木及去皮等機。則在上層。



絲網筒

木料以直徑之大小分二種。直徑小者。木長八尺。大者長二十四尺。其鋸牀及去皮機。亦以木之大小分之。短木鋸爲四段。長木鋸爲十二段。木料俱用搬運機 (Conveyer) 運至上層。過鋸牀即鋸成等長之木段。由搬運機入去皮機。以去其皮。其凹凸處。機所不及者。則手鉋去之。於是入第一切木機。而木即切成一寸長之薄片。木片由搬運機運入斜臥絲網筒 (Screan)。網眼較木片略大。故大小相等之木片。即由網眼漏過。其木片之較網眼大者。則由筒之下端流出。再過第二切木機。所得木片。由搬運機。運入化製紙料廠。以備化製。

鋸牀與尋常鋸木廠所用之鋸牀同。惟不如彼之繁複耳。磨利鋸齒。及整理鋸齒。頗非易易。鋸齒不可皆在一直線內。須左右凸出。否則陷入木中。而易於折斷。其理易明。然其手法。則非可言傳者矣。

去皮機之作用。與手鉤同。以鉤刀四。裝於一鐵盤之外圈。中有軸。盤由皮帶旋轉。以木置於盤面轉之。則皮立去。

切木機之作用。與木匠所用之斧同。其構造以半尖劈刀數片。裝於一鐵輪之外圈。中有軸。由皮帶之運動而旋轉。木觸輪面。即削成薄片。木之中心線。應與輪面約成三十度。

今述化製紙料廠。凡木之構造。由無數纖維 (Fibre) 與木身平行堆積而成。在纖維之間。有膠質。其質以植物之種類而異。總名之曰音退賽留路斯 (Intercellulose)。音退賽留路斯為不溶化質。化製 (Digestion) 之法。即以音退賽留路斯。化為溶化質。則完全之纖維。自然分解。木之音退賽留路斯與硫養<sup>三</sup> ( $\text{SO}_2$ ) 化合。即能溶化於水。故化製木質紙料。即以木片裝入化製器。加酸汁 (Sulphur liquor) 化之。

化製紙料廠。共分上中下三層。上層即木片之貯蓄倉。中層有化製器 (Digester) 八具。下層即已化木片貯蓄倉。在每一化製器之上。有木片倉一。形似米鋪內用之升斗。二端有門。向化製器之口。用以裝木片。下層為已化之木片倉。四面有水門汀之圍牆。中有一溝。溝中有水。自一端沖下。以製成之木片。放入溝中。則木片和水而流入滌洗室。

滌洗室築成長方形。室之一端有分解器 (Breaking kneader) 二次有鐵網筒 (Screen cylinder) 三次撰別器 (Strainer) 末有壓料機 (Press roll) 此四種機器裝製於斜面內。分解器位置最高。其次鐵網筒。更次撰別器。而壓料機則平與地面。有化成木片和以水。由化製紙料室。用唧筒 (Centrifugal pump) 運至分解器。化成之木。立即分解成纖維。次過鐵網筒。篩去木節。過撰別器。則去其纖維之粗者。於是由撰別器中出者。爲純淨之紙料 (Pulp) 矣。壓料器用以榨去紙料中之水。而摺成小綑 (Spool)。每一小綑重四十磅。每四十磅中。平均有十四磅淨乾紙料。

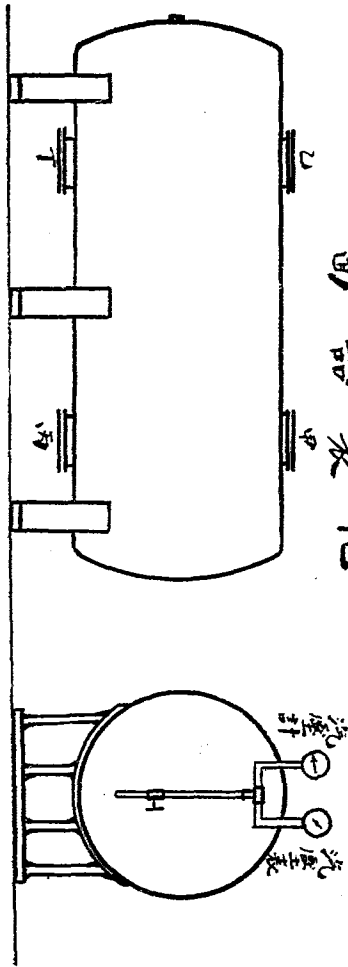
化製紙料法有二。曰緩製法 (Slow cook) 曰速製法 (Quick cook) 而化製器亦從法之緩速而異。

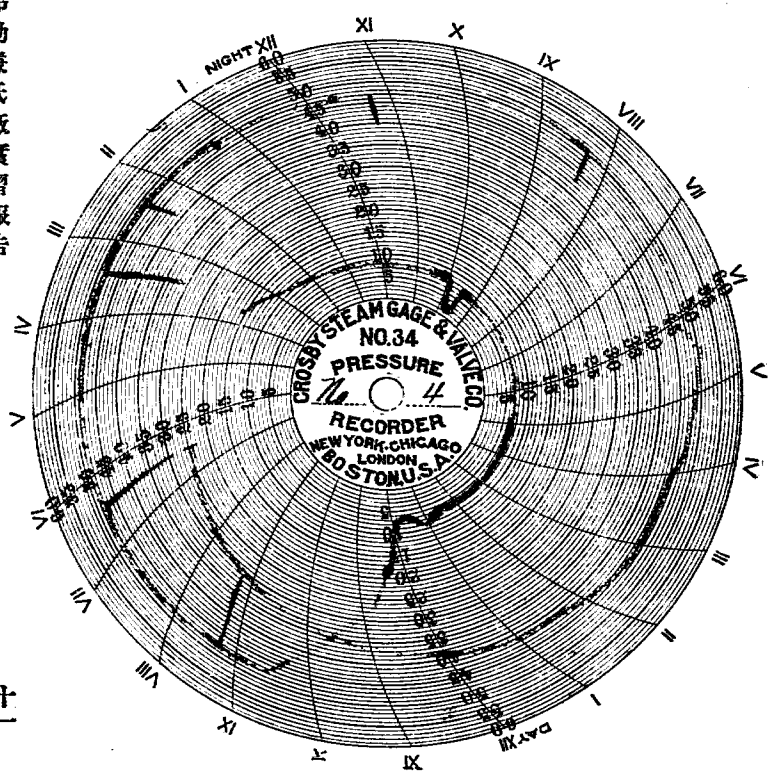
緩製法。須經三十六小時至四十二小時。方可完畢。先以木片由化製器之上面二入口裝入。滿則止。乃將上下甲乙丙丁四門緊閉。而以水蒸汽灌入。約六小時始將氣管閉塞。灌入酸汁。酸汁入器。即使水蒸汽凝結成水。而生吸力。故酸汁之注入。可不用唧筒。酸汁宜居全器容積十之八。其餘容積十之二。豫備氣之膨漲。否則有爆烈之險。及酸汁注畢。即以蒸氣

通入器中之蒸氣管。緩緩熱之。使汽壓力漸漸增高。至四十五度爲限。在化製器之一端。有氣管。成丁字形。丁字管左端接汽壓表。右端接汽壓計。其下端栓以活塞。用以隨時取出器中酸汁。以視察器中之木之變化。

汽壓計之構造。以時計及尋常汽壓器相合而成。其表面如圖。可以調換。當化製器滿盛木片。灌水蒸氣時。即在時計之面。用墨水筆點於某時。則其表面依時而轉。每轉一週。凡二十四小時。視計面之曲線。即知汽壓如何增高及化製時間。

### 化製器





化製器中之木。歷若干時爲化製適度。極難一定。過度則焦。不及則不能分解。約在三十六小時後。須時取酸汁少許。盛入試管 (Test tube) 其色初黃而其臭有生辣味。至適度時。則其色黑而無生辣味。此外尙有一試法。以亞莫尼亞少許。置於試管底。再以酸汁盛入。卽有白色之沈澱物下沈。其感應如左。



Soluble                      White precipitate

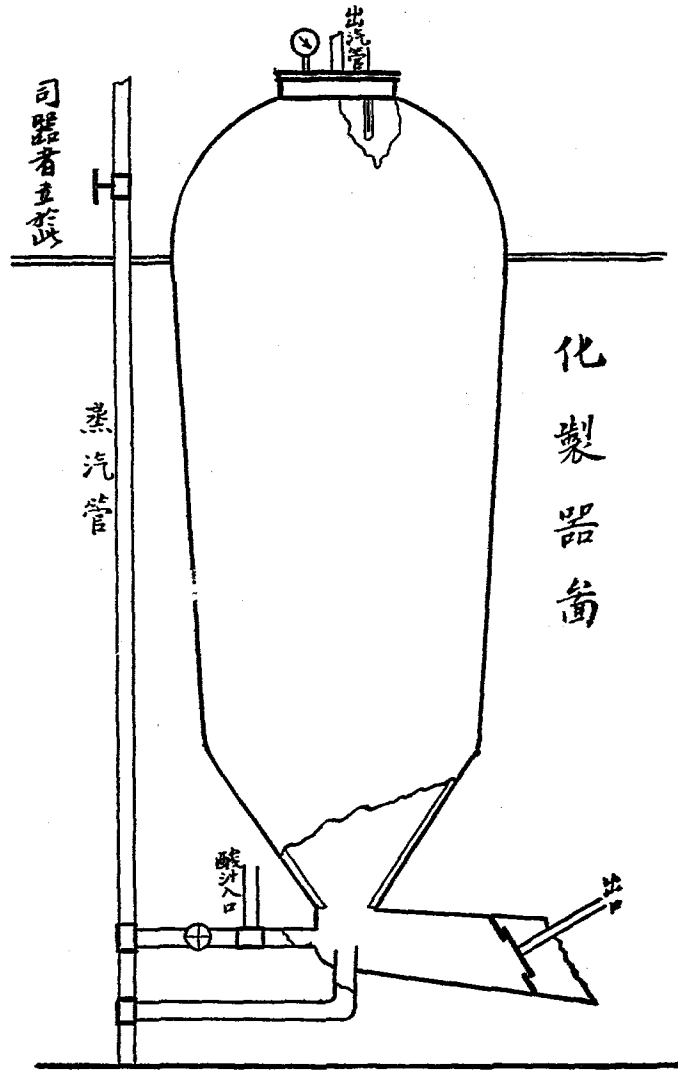
視其沈澱多少。卽可知其化製合度與否。

酸汁之成分宜如左表

Total sulfurous acid	3.968	4.000	4.032	4.064
Combined	1.056	1.056	1.056	1.056
Free	2.912	2.944	2.976	3.008

酸汁之成分。難能如一。然其濃度。不可出此表之外。

化製器筒



司器者主於此

美國弗勒謙紙廠實習報告



速製法。可於十五至十六小時內製成。所得纖維。不及緩製法之柔軟。然價亦較廉。其法神速。可應急用。廠上往往因木片積聚過多。或紙料一時缺少。則用速製法以應急。

速製法中所用之化製器。其構造與緩製法所用之化製器不同。一爲橫臥。一爲直立。其形宛如一枚紅蘿蔔。上覆以蓋。蓋上設有寒暑表氣壓表及出汽管。下接蒸氣管二。一橫一直。恰成九十度。所以備二管者。使器中之物。依螺旋線而轉動。出口亦在下端。觀圖自明。

製法先將木片。由入口滿裝。次將酸汁。由酸汁管灌入。其管旁之汽管塞。即備灌酸汁時。先閉汽管塞。使酸汁不得入汽管。灌畢後。通入水蒸氣。司此器者。立於器頂之樓板。運轉汽塞。以限蒸氣入器之多寡。司此器者。非老於經驗。不能勝任。蓋往往器內中心之木片。已化製適度。而四週之木片。仍然未化。欲使全器木片化製適度。須使全體木片。向上旋轉成螺旋形。此非目所能視。在有經驗者。聽汽管中之聲音即知。

水蒸氣緩緩灌入。則氣壓亦漸漸增高。以至八十度爲限。其氣壓增加之速度。詳於速製法報告中。

Form 12 11-28-500

17 Hemlock

## Fletcher Paper Company.

Digester No. 7

## QUICK COOKING REPORT.

ACID TEST } Total SO<sub>2</sub> 38.08  
 } Free " 24.64  
 Be' ..... } Comb " 15.34

Steamed by Jondson Steamed at 9<sup>15</sup> AMBlown by Jondson Blown at 12<sup>15</sup> AMHours Cooked 15Time Between Cooks ..... Alpena, Mich. March 1913

TIME	PRE-SURE	BOILER PRESSURE	TEMPERATURE	REMARKS
12.15 P.M.	10	80		
1 "	25	85	185	
2 "	55	95	200	1.92
3 "	65	90	218	
4 "	75	95	230	
5 "	75	95	246	
6 "	75	90	260	
7 "	76	90	272	11.
8 "	76	95	280	
9 "	75	95	290	
10 "	78	90	300	
11 "	80	90	306	
12 "	80	90	310	

美國弗勒謙紙廠實習報告

十五

Condition of Pulp in a Sulphite Boiler in Relation  
to the Amount of Sulphurous Acid  
in the Liquor.

cc $\frac{N}{100}$	Iodine.	Per Cent., SO <sub>2</sub> .	Remark.
20.		.64	
19.5		.62	
19.		.61	
18.5		.59	
18.		.58	
17.5		.56	
17.		.54	
16.5		.53	The pulp is not ready for emptying.
16.		.51	
15.5		.50	
15.		.48	
14.5		.46	
14.		.45	
13.5		.43	
13.		.42	
12.5		.40	
12.		.38	
11.5		.37	The pulp can be emptied but is still somewhat coarse.
11.		.35	
10.5		.34	
10.		.32	The pulp is ready if not required for bleaching.
9.5		.30	
9.		.29	
8.5		.27	
8.		.26	
7.5		.24	The pulp is ready if required for bleaching.
7.		.22	
6.5		.21	
6.		.19	
5.5		.18	
5.		.16	
4.5		.14	
4.		.13	
3.5		.11	The pulp begins to become discoloured.
3.		.10	
2.5		.08	
2.		.06	
1.5		.05	The pulp is "burnt."
1.		.03	
0.5		.02	

美國弗勒謙紙廠實習報告  
化製將近完畢時。須取酸汁時時察驗。略一粗忽。即化製過度。蓋在五分鐘以內。已變焦黑。  
其察驗之法如左表。

速製法中之酸汁較緩製法宜濃。因其水蒸汽與木片直接。當酸汁未熱時。蒸汽即凝結成水。而酸汁為所沖淡故也。

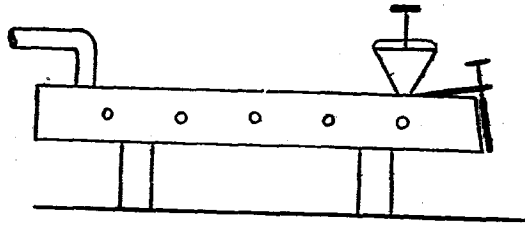
酸汁濃度表

Sulphurous acid	3.968	4.000	4.032	4.064
Combined	1.056	1.056	1.056	1.056
Free	2.912	2.944	2.976	3.008

化製器中木片。化製完畢。啓器頂之汽管塞。先將硫養二氣及水蒸汽驅逐幾盡。乃啓器底水管塞。放去酸汁。次用冷水由器頂之入口注入。洗除餘下之酸汁。然後除去出口之蓋。將木片運出。

多數金類。遇酸質立即消化。惟鉛則不為酸所侵蝕。故化製器之內層。汽管及汽管塞。均以鉛製。惟鉛與鐵之漲縮相差尚多。故每因漲縮之不同。使鉛皮凸起。不能緊貼鐵板。以致鉛皮之接縫處崩烈。而酸即浸入鐵板。故今已改用一種特造磚 (Acid proof brick)。此種磚俱購自德國。惟汽管仍用鉛製。兩管相接。不能用接錫。須將管之兩端。刮去舊鉛。而以輕

養火鎔而接之。蓋接鐸所用之錫。爲一種雜金。一遇酸質。卽生電流 (Local circuit) 而鉛管亦因之消蝕殆盡矣。

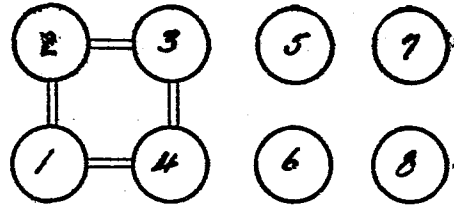


燃硫器圖

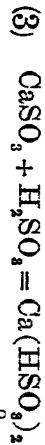
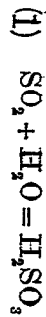
製酸汁之法。盛硫黃於燃硫爐頂上之斗中。斗得爐中之熱力。鎔硫黃爲流體。流入爐中卽燃燒。空氣由四週小孔而入。於是硫與養氣化合。成硫養二氣。乃出氣通再入氣管。其管反復轉折。形似萬字紋。管之全體。浸於流動之冷水中。此所以使硫養二氣。先冷而後入酸汁塔。空氣之壓力 (Natural draft) 尙不足使硫養二氣灌入酸汁塔。故在塔與氣管之間有風扇。使氣易於流通也。

酸汁塔 (Acid tower) 形如圓筒。外以木製。內用鉛皮。使酸不得侵蝕。塔中盛石灰石 (Lime stone)。硫養二氣由塔底而入。塔頂有噴水器如蓮蓬。水由此而下。硫養二氣

石灰石及水三者之化學感應如左。



## 酸 塔 齒



鈣硫養<sup>III</sup> ( $\text{CaSO}_4$ ) 不能溶於水。然以感應<sup>(I)</sup>而成溶化質。故酸汁不過鈣<sup>(II)</sup>及輕<sup>(III)</sup>硫養<sup>III</sup>及硫養<sup>II</sup>之混合液也。硫養<sup>II</sup>氣自第一塔之底而上升。其未及溶化之氣出塔頂。入第二塔頂而下降。再入第三塔之底而上升。但氣至第三塔則溶化殆盡矣。第三塔之頂噴以清水。第二塔之頂則以第三塔之酸汁噴注。第一塔以第二塔之酸汁噴注。第一塔之酸汁。運入聚積器 (Store tank) 以備應用。第一塔之酸汁中之硫養<sup>II</sup>氣濃度最高。故塔中石灰石消耗極速。石灰石用盡後。則改第二塔為第一塔。而原來之第三塔。用第四塔充之。其他五、六、七、八四塔。用以收化製器中多餘之硫養<sup>II</sup>氣。

漂白紙料之法。先用漂白粉和之。以水粉與水之多少。有一定比例。粉及水和合後。候其滓渣下沈。乃取其上面清液。而用之。因漂白粉與水之比。均有定例。故用清液幾許。即知含粉若干。第工人粗忽。往往不能如法和合。故須用浮秤 (Hydrometer) 試之。列表如左。

Specific Gravity of Bleach Liquor in Terms of Degrees  
 Twaddell compared with its Strength expressed as  
 Lbs. of 35 % Bleaching Powder per 10 Gallons and  
 Available Chlorine in Grams per Litre.

美國弗勒謙紙廠實習報告

Degree Twaddell	Dry 35 % Bleaching powder lbs. per 10 Gallons, or percentage by Volume	Available Chlorine gram per litre
½	.40	1.40
1	.77	2.71
2	1.59	5.58
3	2.42	8.48
4	3.26	11.41
5	4.13	14.47
6	4.96	17.36
7	5.84	20.44
8	6.79	23.75
9	7.61	26.62
10	8.46	29.60
11	9.34	32.68
12	10.23	35.81
13	11.17	39.10
14	12.09	42.31
15	13.06	45.70
16	14.27	49.96
17	14.93	52.27
18	15.77	55.18
19	16.69	58.40
20	17.57	61.50
21	18.43	64.50
22	19.43	68.00
23	20.43	71.50

紙料漂白時。可使蒸水熱之。則其漂白之速力加增。然以 90。—100。F 爲限。溫度過高。則紙料又爲之損壞。

各種木質紙料每一百磅。所需漂白粉如左。

Quantities of bleaching powder required for wood pulps

	per cent
Soda pulp	14—18
Sulphate pulp	10—15
Sulphite pulp	14—22

漂白粉須藏於黑暗寒冷乾燥之所。否則其性消滅極速。設置粉於光亮之處。雖將筒密封。每月約消滅百分之八·五。

今論水磨紙料廠。廠之構造極簡單。其地位設在森林與近河之上流處。一切木料可順流而下。故無須運費。

弗勒謙紙廠之水磨紙料廠。離城市有四英里之遙。其地名四哩堰 (Four Mile Dam)。兩岸俱有石壁。水流頗急。故該廠機器。以水力運動之。水機有數種。該廠所用之水機。曰臥輪



水車 (Water turbine) 凡四架。五百馬力者一。八百馬力者二。一千馬力者一。其三分之二之水力。用以運動該廠機器。三分之一之水力。用以發電。因此該廠工本稍輕。獲利較厚。

水磨機 (Grinding machine) 中有沙石輪。直徑約五英尺。厚二英尺半。輪之中心有軸。軸接臥輪水車軸。取其不消耗水力也。輪之上半圓。罩以鐵殼。殼接鐵匣三。匣之上端接水壓機 (Hydraulic press)。用以壓木。使緊觸沙石輪。木觸沙石輪。即磨爲細粉。輪之四週有水管。有冷水流入。所以使石不致太熱。并將木粉洗入機底溝中。使流至滌洗室。

製水磨紙料。先去木皮木節。鋸爲小段。每段准長二英尺。後以木段裝入水磨機之鐵匣。木之中心線與輪軸爲平行。所以使磨成之木粉。以顯微鏡窺之。仍然木之細胞。而非鋸屑也。木觸沙石輪。即生熱力。雖灌以冷水。仍蒸氣若霧。用水之量。約居紙料四百倍至五百倍。其紙料滌洗法。與化製紙料同。

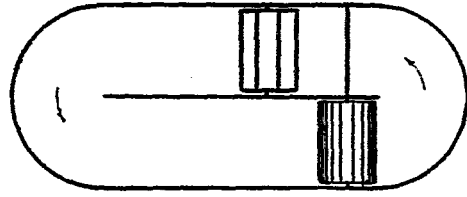
終述造紙廠。造紙廠內分爲四部。曰打料室 (Beater room)。曰紙機室 (Wet room)。曰磨光室 (Superalender room)。曰打包室 (Finishing room)。此四小部。以第一二部最爲重要。磨光室不過使紙格外光滑。打包室不過爲打包裝箱等事耳。

製紙猶製氈。紙之纖維亦猶氈之羊毛。氈之優劣視羊毛之質地。紙亦如之。故非有上等紙料不能成上等紙。然造紙又不可純用一種紙料。蓋同種紙料其纖維之長短相同。於是使紙多孔而不光滑。譬諸築路。須先用石子。後用細沙。則路平坦而便行走。造紙僅用一種紙料。猶築路僅用石子也。可乎。

木質紙料有二種。化製紙料 (Chemical pulp) 及水磨紙料 (Ground wood or Mechanical pulp) 是也。化製紙料之纖維長。水磨紙料之纖維短。故二者須并用。化製紙料尙分數等。故質之優劣。則以所造之紙之價值而定。

製紙之法。先將紙料入打料器 (Beater) 和之以水。打爲紙漿。然後上松香漿。然後加充填物 (Filler or loading material)。欲染色。則加染色料。乃入紙料於聚蓄桶 (Stuff chest) 倒入紙機 (Paper machine)。在紙機之此端。祇見紙漿流入。而紙機之彼端。已見各紙源源而出。此造紙廠之大概也。

打料器形似橢圓之木桶。中有隔板。在桶之一端有輪。輪週有齒。輪之下亦有鐵齒。打料器之齒。以拉淮 (Lava) 造者最好。當輪旋轉時。紙料即循環而行。料遇輪齒。將紙料打爛。



## 打料器備

凡物多微孔。卽生微管吸力。紙不上松香漿 (Rosin size) 則紙質鬆而多孔。着墨卽化。然松香漿過多。反不吃墨。故松香漿之多少。視其功用。如用以寫字。則上松香漿最多。尋常印墨水紙。則全不上松香漿。用以印刷者。則居二者之間。大約松香漿。居紙料之一至百分之三十不等。其上松香漿之法。以松香肥皂 (Rosin soap) 加於打爛之紙料。松香肥皂能溶於水。故當松香肥皂和入紙料時。其肥皂液卽粘於纖維之四週。然後再加礬水 (Alum solution) 礬遇松香肥皂。則成一種有粘性之不溶化質 (Aluminium rosinate)。其色白。故不但能使紙着墨不

化。并能使紙潔白堅韌。

松香肥皂之製法。用曹達灰 (Soda ash) 溶於水中而煮之。幾沸。乃漸以松香末加入。隨加隨擾。不可過急。急加則結成一餅。再欲分解。已非易事。製松香肥皂。決不可用煤炭火。須用

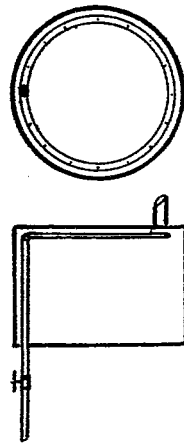
製松香肥皂之成分如左。

松香 二〇〇〇磅

曹達灰 三五〇磅

水 一八〇〇磅

礬液 (Alum solution) 礬須擇純淨而少含鐵質者。蓋鐵質遇肥皂。即變黃色。而減紙之潔白。礬含鐵質過千分之三者。即不合用。礬液之濃淡與比重之比較。列表如左。



蒸汽。蓋煤炭火力不均。故松香肥皂易焦。蒸汽之裝置如圖。管成圓環而有小孔。蒸汽即由小孔發出。蓋蒸汽不但熱力均勻。其汽上升。並能使鍋中流質。循環擾動不息。

### Specific Gravity of Solution of Aluminium Sulphate

Sp. Gr. at 15° c	Degree Twaddell	Contain in Lbs. per 10 Gallons or per cent. by volume		
		Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Sulfuric Acid (SO <sub>3</sub> )	Aluminium Sulphate Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
1.005	1.0	0.14	0.33	0.47
1.10	2.0	0.28	0.65	0.93
1.016	3.2	0.42	0.93	1.40
1.021	4.2	0.56	1.31	1.87
1.026	5.2	0.70	1.63	2.33
1.031	6.2	0.84	1.96	2.80
1.036	7.2	0.98	2.28	3.26
1.040	8.0	1.12	2.61	3.73
1.045	9.0	1.26	2.94	4.20
1.050	10.0	1.40	3.26	4.66
1.055	11.0	1.54	3.59	5.13
1.059	11.8	1.68	3.91	5.59
1.064	12.8	1.82	4.24	6.06
1.068	13.6	1.96	4.57	6.53
1.073	14.6	2.10	4.89	6.99
1.078	15.6	2.24	5.22	7.46
1.082	16.4	2.38	5.55	7.93
1.087	17.4	2.52	5.87	8.40
1.092	18.4	2.66	6.20	8.86
1.096	19.2	2.80	6.52	9.32
1.101	20.2	2.94	6.85	9.79
1.105	21.0	3.08	7.18	10.26
1.110	22.0	3.22	7.50	10.72
1.114	22.8	3.36	7.83	11.19
1.119	23.8	3.50	8.16	11.66
1.123	24.6	3.64	8.48	12.12
1.128	25.6	3.78	8.81	12.59
1.132	26.4	3.92	9.13	13.05
1.137	27.4	4.06	9.46	13.52
1.141	28.2	4.20	9.79	13.99
1.145	29.0	4.34	10.11	14.45
1.150	30.0	4.48	10.44	14.92
1.154	30.8	4.62	10.76	15.40
1.159	31.8	4.76	11.09	15.85
1.163	32.6	4.90	11.42	16.32
1.168	33.6	5.04	11.74	16.78
1.172	34.4	5.18	12.07	17.25
1.176	35.2	5.32	12.40	17.72
1.181	36.2	5.46	12.72	18.18

美國弗動謙紙廠實習報告

(Continued)

美國 弗勒 謙紙 廠實 習報 告	Sp. Gr. at 15° c	Degree Twaddell	Contain in Lbs. per 10 Gallons or per cent. by volume		
			Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Sulfuric Acid (SO <sub>3</sub> )	Aluminium Sulphate Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
	1.185	37.0	5.60	13.05	18.65
	1.190	38.0	5.74	13.38	19.12
	1.194	38.8	5.88	13.70	19.58
	1.198	39.6	6.02	14.03	20.05
	1.203	40.6	6.16	14.35	20.51
	1.207	41.4	6.30	14.68	20.98
	1.211	42.2	6.44	15.01	21.45
	1.215	43.0	6.58	15.33	21.91
	1.220	44.0	6.72	15.66	22.38
	1.224	44.8	6.86	15.99	22.85
	1.228	45.6	7.00	16.31	23.31
	1.232	46.4	7.14	16.64	23.78
	1.236	47.2	7.28	16.96	24.24
	1.240	48.0	7.42	17.29	24.71
	1.244	48.8	7.56	17.62	25.18
	1.248	49.6	7.70	17.94	25.64
	1.252	50.4	7.84	18.27	26.11
	1.256	51.2	7.98	18.59	26.57
	1.261	52.2	8.12	18.92	27.04
	1.265	53.0	8.26	19.25	27.51
	1.269	53.8	8.40	19.57	27.97
	1.273	54.6	8.54	19.90	28.44
	1.277	55.4	8.68	20.23	28.91
	1.281	56.2	8.82	20.55	29.37
	1.285	57.0	8.96	20.88	29.84
	1.289	57.8	9.10	21.20	30.30
	1.293	58.6	9.24	21.53	30.77
	1.297	59.4	9.38	21.86	31.24
	1.301	60.2	9.52	22.18	31.70
	1.305	61.0	9.66	22.51	32.17
	1.309	61.8	9.80	22.84	32.64
	1.312	62.4	9.94	23.16	33.10
	1.316	63.2	10.08	23.49	33.57
	1.320	64.0	10.22	23.81	34.03
	1.324	64.8	10.36	24.14	34.50
	1.328	65.6	10.50	24.47	34.97
	1.331	66.2	10.64	24.79	35.43
	1.350	67.0	10.78	25.12	35.90
	1.339	66.8	10.92	25.45	36.37

紙無充填物。則易透光。一面之字跡透過彼面。其紙不能用以兩面印刷。有充填物不但能使紙不透光。并能使紙着墨不化。充填物之最通用者爲高嶺土 (Kaolin) 石膏 (Gypsum) 確克 (Chack) 滑石 (Talk) 其外尚有推拉哀耳排 (Terra Alba) 亞奶林 (Annaline) 珠堅 (Pearl Hardening) 哀斯白斯汀 (Aspeatine) 及亞澗拉哀脫 (Agalite) 等。以上充填物孰爲最佳。極難評定。蓋各有其妙用。除以上之填充物。當有特別填充物如左。

澱粉 (Starch) 可使紙厚而堅硬。

玻璃水 (Water glass or Sodium silicate) 可使薄紙堅硬。

肥皂 (Soap) 使紙透明

同種紙料。可製多種之紙。有非常有光澤者。有薄而堅硬者。有鬆而且厚者。有透明者。種種之紙。皆不外妙用充填物。及上松香漿合法而已。然其如何妙用。則爲造紙家 (Paper Chemist) 之技術。難以一言盡矣。不復贅。美國之紙幣。光滑而堅韌。雖用之極久。幣之四角俱爛。而幣仍不折斷。因其幣紙含有絲質。故其用絲之法。則爲美政府所秘。

染色 (Dying) 凡紙之須染色者。即以適量之染料。加入紙料中而已。此染色之法。與中國向來染紙法不同。中國染紙。不過以顏色用排筆塗抹紙上。故遇濕則其色即去。現今紙廠染色。其顏料與紙料化合。即經水洗。色不易變。其所用染料多為阿尼林染料 (Aniline dye)。阿尼林染料。尚分數種。一曰鹼性染料 (Basic colour)。二曰酸性染料 (Acid colour)。三曰朋絕定 (Bensidine colour)。四曰加梯根 (Katigen colour)。染色之法。以染料之性質而異。分述如左。

- (一) 鹼性染料之染法 先以白礬百分之二至百分之四。溶化於水。加入打料器。約數分鐘後。再加染料。染料須先溶於水。然後加入。約十分鐘後。乃加松香肥皂百分之四。
  - (二) 酸性染料之染法 其染法同鹼性染料。先用白礬百分之四。次加染料。後加松香肥皂。
  - (三) 朋絕定染料之染法 法同酸性染料。
  - (四) 加梯根染料之染法 法同鹼性染料。惟用白礬百分之五。松香肥皂百分之三。
- 木質紙料 (Wood pulp) 應用之各色染料。列表如左。



**Colours for Dyeing and Staining Paper Manufactured  
by Baeyer & Co. of Elberfeld**

**Colours for Mechanical Sulfite Wood Pulp in the Beater**

Reds:	basic.	Brilliant rhoduline red B Diamond fuchsine small crystal New fuchsine Rhodamine B.G. B extra, G extra Saffranine F.F. extra, B.B. extra
	acid.	Azo eosine Brilliant croceine 3 B, 5 B Conc Croceine Scarlet 3 B, 5 B, 8 B, 9 B, R Carmoisine B Eosine I Bluish, S extra bluish Eosine I Yellowish, S extra yellowish Metall red 3 B, 3 B extra Scarlet R.
Oranges:	basic.	Chrysodine cryst
	acid.	Mandasine G. Orange II B. G.T.
Yellows:	basic.	Auracine G. Auramine II, O conc.
	acid.	Quinoline yellow Metanil yellow conc., extra 22414 Naphtol yellow S.
Greens:	benzidine.	Paper yellow R extra
	basic.	Brilliant green cryst China green cryst. Imperial green G.L.
Blues:	acid.	Acid green G.G. extra 3 B
	basic.	Navy blue R.P. Methylene blue B.B. New victoria blue B. Paper blue 2 P. B in powder Turquoise blue G
Violets:	acid.	Alkalic blue 3 B, 5 B. Cotton blue I, I conc., II, II conc. R, IV. Red blue extra conc. Soluble blue T.B.
	basic.	Methyl violet R, 3 R, 5 B, 2 B, 1 B. Rhoduline violet Acid violet 4 B extra
Browns:	basic.	Mismark brown conc., R extra, B.B. concentrated
	katigen.	Katigen yellow-brown G.G. Katigen black-brown N.
Greys:	acid.	Negrosine G, R. B. Paper grey 21337
Black:	basic.	Coal black B.
	benzidine.	Paper black T.

紙之優劣在乎質料及造紙家之本領。然紙機與紙之優劣亦有莫大之關係。欲以下等紙機造上等之紙。雖精於造紙者亦無所施其技。紙機之種類亦多。惟以 (Four dinner) 式最爲合用。美德二國俱有專造紙機公司。所造之機各盡其妙。美以工價高貴。故美機出貨極速。德機較緩。而極精巧。欲造極上等紙。非用德機不可。造印刷用紙及新聞紙。則用美機最爲合算。蓋利其速也。

紙機之構造極爲複雜。非有詳圖不能說明。即聒而與語。讀者亦不能領會。故第擇其要者言之。

紙機可順序分爲四分。一曰銅絲網 (Wire screen) 二曰榨壓機 (Press) 三曰烘紙機 (Drying cylinder) 四曰磨光機 (Calender) 紙離烘乾機。雖已成紙。然仍毛糙。過磨光機後。紙始光滑可用。如欲非常光滑者。則須再潤之以水。入超等磨光機 (Supercalender) 而後。潤澤可愛。光滑無比。

紙機所用之銅絲網。俱係特別織造。兩端相接處無縫。其疏密以七十眼爲合宜。然亦有用七十眼以上者。所謂七十眼者。即每一英方寸有網眼七十也。

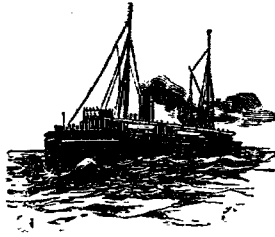
榨壓機用之氈 (felt) 亦特別織成。紙之外觀與氈有極大關係。故購氈須十分留意。必擇其細密者。

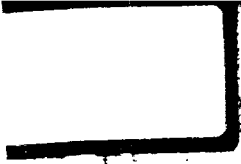
紙之厚薄。關乎紙機之速度。紙機行動尤速。則紙尤薄。至紙漿之濃淡。亦與紙之厚薄有關。故欲製若干厚之紙。紙機可開相當之速度以應之。製出之紙。或略厚略薄。可將整理箱 (Regulating box) 調節之。留意紙漿流入紙機之速度。即可得合用之紙。一機能製各種厚薄之紙者此也。

雷西曆一千九百年。入南洋中學。年十六歲。一千九百零四年得於中學卒業。任四川通省高等學堂化學科譯講員。爲英人史彌德 (Mr. F. Smith) 與美人蒲洛克 (Mr. A. A. Ballock) 譯講化學。凡三載。積資赴美國。入嘉利福尼大學 (University of California) 二年費盡輟學。貸川資反國。適遊美學務處考派留學生。應試錄取。西曆一千九百十年夏。復赴美國。入米歇根大學 (University of Michigan) 學化學工程科。是校以化學工程科爲最著名。近年新設化學院。構造及用具。多仿德國。昔日美國工業。亦不過賴略知工事者。依成法製造。後得化學家入工業界。於是日進千里。與歐洲各國競爭。惟化學師

苦於不知機械學。而知機械者。又缺乏化學智識。工事上輒生種種阻礙。故設化學工程科。使化學師而兼備機械學 (Mechanical Engineering) 及電機學 (Electrical Engineering) 者之智識。余入是科後。造紙一門。專心研究。一千九百十二年卒業。得化學工程師學位。入弗勒謙紙廠實習一年。一千九百十三年冬回國。親友及有心實業者。時詢所學。答覆雖詳。而詢者仍未得要領。故今記之以筆。以代口述。且蒙國家派赴留學。亦應有所報告。學校課程。無非普通講授。爲學者所同得。惟造紙一門。是一種專門實業。我國家尙未發達。雷故專就所實習者。擇要記述。文筆蕪淺。又以圖畫不易印刷。多從疎略。閱者幸恕諒之。

美國弗勒謙紙廠實習報告





110101