

出國報告(出國類別：實習)

鈔券及有價證券印刷製程 之污染防治技術

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：楊小芬 工程師

派赴國家：德國、瑞士、奧地利

出國期間：108年11月9日至11月22日

報告日期：109 年 2 月 15 日

摘 要

此次奉派出國實習「鈔券及有價證券印刷製程之污染防治技術」往德國、瑞士及奧地利等三個國家，為實習最新印刷製程污染防治設備及技術，蒐集相關資料並實際觀摩學習，提升本廠印刷製程產出之污染物處理效率與污染防治技術，改善及提升本廠污染防治工作。

此次實習內容主要是鈔券及有價證券印刷製程之污染防治技術。在擦拭溶液回收技術中，目前凹版印刷機擦拭溶液回收設備大致分為兩種回收系統，一是經由板框壓濾機進行脫水，一是利用超過濾方式以陶瓷濾膜管過濾分離出油墨及回收溶液。KBA 公司是使用板框壓濾機的 Aqua Save 11 DEC 設備，是目前使用最新、效果好且經濟成本低的設備，增加了靜態傾析器將油墨、溶液分離，再經由板框壓濾機進行脫水，固液分離後溶液回收再利用，污泥再經由蒸發系統使固體廢棄物減為最少量。G+D、SEILER 則是使用物理超過濾系統，擦拭溶液經過沉降預處理後，只需添加少量試劑經由陶瓷濾膜管分離出油墨及回收溶液，整個回收過程無廢水，剩餘的油墨泥漿部分，G+D 利用噴霧乾燥設備將墨泥進一步處理為粉末，SEILER 則是使用自行研發的蒸發系統處理墨泥，大大降低固體廢棄物產量。如此將固液分離後達到擦拭溶液回收的目的。這三種回收方式的回收率均達90%以上，對於本廠未來在擦拭溶液回收設備的選擇上有很大的幫助。

鈔券及有價證券印刷技術不斷精進，製程之污染防治技術除了凹版印刷機擦拭溶液回收處理系統，此次也針對有效控制揮發性有機物 VOCs 減少二次污染觀摩了廢氣排放設備，值得做進一步的探討與研究，以改善本廠印刷製程、印後製程(UV)上光單元之作業環境。

目 次

壹、目的.....	1
貳、實習過程	2
一、德國 G+D WTG 擦拭溶液回收系統及印刷製程新式污染防治技術	2
(一)WTG 擦拭溶液回收系統	4
(二)印刷製程新式污染防治技術.....	11
二、瑞士 KBA-NotaSys 公司印刷機擦拭溶液 Aqua Save 回收系統及最新型改良設備.....	14
(一)Aqua SaveII DEC 擦拭溶液回收系統	14
(二)KBA-NotaSys 擦拭溶液回收最新型改良設備	22
三、奧地利 SEILER 公司 H ₂ O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統及印刷製程產出之污染物處理效率	27
(一)H ₂ O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統	27
(二)印刷製程產出之污染物處理效率	33
參、心得及建議	36
一、心得.....	36
二、建議.....	37

壹、目的

隨著時代的進步及生活型態之變遷，曾經以農業社會為主要收入來源的台灣早已進入工業社會和提供快速服務的商業模式。在工業社會持續發展的同時所衍生出來的環境問題，逐漸受到社會關注，污染物的產生幾乎是每一個工業所需要面臨的問題，為了生存環境及產業永續經營，工業污染防治儼然成為勢在必行的挑戰。

本廠鈔券印製過程產生的污染物以凹版印刷機擦拭溶液廢水為主，電鍍製版、照相製版、洗滌塔、清洗油墨桶廢水佔少部分。安康廠區在102年裝設一組以中空濾膜管進行過濾的回收設備，因遭遇濾膜管阻塞問題而暫停試驗計劃，此次實習也針對阻塞問題詢問3家公司解決方案，蒐集各種不同系統處理方式的關鍵技術，得到增加前處理沉降程序先去除溶液中最大的墨水顆粒的技術，改善濾膜管阻塞問題，期望對本廠未來擦拭溶液回收設備的設置能有所貢獻。

印刷油墨為目前印刷工業中最大的污染源，在2004年世界印刷油墨年產量已經達到了三百萬噸，每年由印刷品油墨而產生的全球揮發性有機物(volatile organic compounds, VOCs) 的污染排放量已達數十萬噸，並且這些 VOCs 會形成比二氧化碳更為嚴重的溫室效應，在陽光的照射下還會形成氧化物和光化學煙霧，嚴重污染了地球與大氣層，這些環境上衝擊的各種現象也引起環保人士的廣泛關注。

雖然台灣印刷業對健康及空氣污染的造成並非是顯而易見，但在當前環保意識抬頭趨勢下，對於可能造成環境傷害工業成份更加重視，為了環境永續經營，政府仍應扮演監督重要的角色。

貳、實習過程

一、德國 G+D WIG 擦拭溶液回收系統及印刷製程新式污染防治技術

德國（萊比錫）Giesecke & Devrient（以下簡稱 G+D）公司1852年成立於萊比錫，總部設在德國慕尼黑，迄今已有150餘年的歷史，為跨國性之高科技公司，1854 年開始承印銀行防偽印件，並開始經營鈔券防偽紙張和印製鈔票機器的販售。至2001 年為止已承印4億5千萬張歐洲各國貨幣（2002 年，第一代歐元 euro 才正式發行）。從事防偽鈔票紙製造、鈔券印刷、防偽安全技術及防偽晶片等。1964 年合併專門生產製造鈔券紙和有價證券紙之 Louisenthal 公司，成為歐洲最先進之安全材料和鈔券用紙工廠之一。

G+D 公司在全球擁有50多個分支機構及合資公司，為跨國性之高科技公司。目前於全球擁有12000名左右的員工，2015 年財務報告之銷售金額超過二十億歐元。旗下擁有58家子公司和合資企業，為盡量接近客戶端，員工分佈於31個國家，以就近提供服務。旗下為全世界約40個國家之中央銀行代印鈔票、護照、ID 卡等。

G+D 公司經營的業務包含：鈔票印製、鈔票自動化處理設備、紙張、安全防偽造材料、鈔票儀器…等，為全球性之原料、設備供應商。G+D 公司亦是有名的鈔票印製廠，以前它生產所有的德國馬克，現在它接受委託生產約1/3的歐元貨幣，所使用的機器，來自 KBA-NotaSys 公司所製造的印鈔機。G+D 公司這30年來一直在設計和製造自動化系統上，處於領導地位。曾經於2003年與台灣東元公司合作，替台灣2300萬國民，生產全民健保卡及其系統建置。

G+D 集團之印刷設備除了德國（慕尼黑和萊比錫），也設置於加拿大之渥太華、和馬來西亞之吉隆坡。G+D 公司目前除了為德國聯邦銀行承印歐元紙鈔；該公司也提供其他國家的紙幣印製，包括：柬埔寨、克羅埃西亞、衣索比亞、瓜地馬拉、牙買加、立陶宛、秘魯、薩伊共和國和辛巴威。G+D 公司除了開發、生產、和銷售各種支付載體和解決方案，亦跨足通訊安全和身份管理領域。G+D 公司是這些市場的技術領先者，並擁有強大的競爭優勢。集團的客戶群主要包括各國中央銀行、商業銀行、行動通訊營運商、網路支付平台、一般企業組織、政府單位和公共機構。我國的健保 IC 卡亦是由該公司承製，其穩健、安全的表現可說是非常優異。

本次於德國的實習，著重在鈔券及有價證券印刷製程之污染防治技術，觀摩該集團所屬：萊比錫印鈔廠。

萊比錫印鈔廠位在萊比錫市中心，與其他住商建築混在一起，要進廠需透過一個狹小的旋轉門，一次一人進出，訪客需由接待人員帶領、換證、照相登錄，經由門禁中心才能進入行政大樓，進入廠房，則需要更換實驗室長袍、安全鞋，管制手機、相機和手提包，經由除塵毯才得以進入廠區。如此，一方面可以防止參訪者的衣物所依附的塵屑造成印刷品質或精密儀器的不良影響；另一方面還可以讓現場人員知道有外人進入，務必提高警覺，除了落實鈔券的安全控管並且可以維護參訪者的安全。

由於市中心建地取得不無易，該廠是由數棟不同時期的建物銜接而成，廠區由一百多年、八十年、四十年及剛搭建起來的新建物所組成，佔地約10000平方公尺。員工約420位，其中印機技術人員，都訓練成多種技能技師，能跨機台操作，不但可以調度方便，更可收互相切磋之效。印刷機具及行政部門則巧妙地散落於各建物之間，從事各類防偽印件的印製。在萊比錫印鈔廠，實習內容從鈔券設計、製版中心、印刷部門到完成部門的製程，一系列完整的介紹。

該廠區現有之設備如下：

Super-Simultan 負責底紋印刷

Intaglio printing: - Super-Orlof Intaglio 負責凹版印紋印刷

Numbering: - Super-Numerota 負責號章印刷

Varnishing: - MAN Roland 進行印後塗佈作業

Application: - OptinotaH 燙金或壓製 OVD

Silkscreen printing: - Notascreen 網版印機

Finishing: - CutPak 負責裁切

BPS 2000、BPS X9為最後單張鈔券檢查的品質把關。

此行有機會看到 KBA Super Simultan IV 12色平板機，是目前僅有的一部12色平板機。

在完成部門觀摩到 KBA 全自動裁切機 CutPak 系統結合兩部 GND 自產的 BPS 2000 單張檢查機的實機。該機組可因應不同生產目的，設定切換模組：第一個模組可以將剛裁切完成的票券直接堆疊1000 小張，隨即送入 BPS 2000 進行小張檢查，將挑選過的好票直接紮條、封膜，再由人工裝箱。另一模組則是將剛裁切完成的票券堆疊1000 小張，直接就自動化紮條、封膜，全程自動化不需要人員操作，僅在最後一道手續經由2名工人裝箱。

目前該廠擴建的新廠房2015年開始建造已在2017年落成，除了平面佔地較為

方整、挑高約15米的樓頂，是為了符合新型印刷機越來越龐大的趨勢所設計，但是位在市區，仍脫離不了購地不易的狀況，新舊廠房外觀又需要一致性，不會顯得太突兀，設計上相當用心。

(一)WTG 擦拭溶液回收系統

萊比錫印鈔廠目前凹版印刷擦拭溶液回收系統使用 Water Treatment Gmbh 水處理公司規劃的設備。

1.WTG 公司背景

Water Treatment Gmbh 水處理公司 (WTG) 由一群安全印刷、水處理廠、工程和機械製造商的專家於2012年在奧地利成立。將技術知識，經驗和製造結合在一起。是奧地利領先的技術公司，在凹版印刷機之後提供擦拭溶液處理設備。WTG 獲得專利的超濾技術可實現最高的回收率，較低的化學藥品需求和最佳的可操作性。數十種適用於所有類型的凹版印刷機的生產線都顯示出很高的性能。

在過去的幾年中，防偽油墨發生了許多變化，以生產更環保，更安全的產品，但處理擦拭溶液及其處理方式沒有太大變化。因此，WTG 開始了艱苦的旅程，將自然與技術結合在一起，形成了一種精確、具有成本效益、清潔和有意識的產品，沒有廢水且回收率最高，適用於所有印刷機的擦拭溶液回收系統。

2.AQUA INTAGLIO 超過濾系統超過濾原理

超過濾是一種與膜孔徑大小相關的篩分過程，以膜兩側的壓力差為驅動力，以超過濾膜為過濾介質，按一定的過濾孔徑對溶液中不同物理直徑大小的物質進行分離的過程，實現原液的淨化、分離和濃縮的目的。超過濾膜特有的0.01-0.1 μm 孔徑可有效阻留細菌、大多數病毒、膠體以及淤泥。

超過濾過程是用於清洗和回收於凹版印刷機的擦拭溶液的物理過程。在這個過程是無廢水產生的。這種量身定制的應用的核心要素是陶瓷濾膜，這些膜不僅可以實現很高百分比的擦拭溶液回收，而且避免了其他化學過濾所需的化學藥品使用量、儲存和處置成本。G+D 公司使用的 AQUA INTAGLIO 超過濾系統特別設計的陶瓷濾膜其另一個重要特性是使用壽命長（約5至7年），而用過的擦拭溶液被分離成回收溶液（滲透液），並在固體濃度高且可控的污泥側流中（凹版油墨浪費）。

在此過程中，收集在儲槽中的滲透液可重新用於印刷機擦拭使用無需進一步處理。選定工作批次大小後，系統會自動執行過濾膜的清潔過程。由於回收率高和化學品用量少，末端廢棄物的最終數量不僅大大減少，而且為了滿足更多客戶

要求，可以將廢棄物進一步處理為乾粉末。

3. 超過濾的特點

- (1) 超過濾過程是在常溫下進行，條件溫和無成分破壞，因而特別適宜對熱敏感的物質，如藥物、酶、果汁等的分離、分級、濃縮與收集。
- (2) 超過濾過程不發生相變化，無需加熱、能耗低、無需添加化學試劑、無污染，是一種節能環保的分離技術。
- (3) 超過濾技術分離效率高，對稀溶液中的微量成分的回收、低濃度溶液的濃縮均非常有效。
- (4) 超過濾過程僅採用壓力作為膜分離的動力，因此分離裝置簡單、流程短、操作簡便、易於控制和維護。
- (5) 超過濾處理也有一定的局限性，它不能直接得到乾粉製劑。對於蛋白質溶液，一般只能得到10～ 50%的濃度。

4. AQUA INTAGLIO 超過濾處理系統的效益

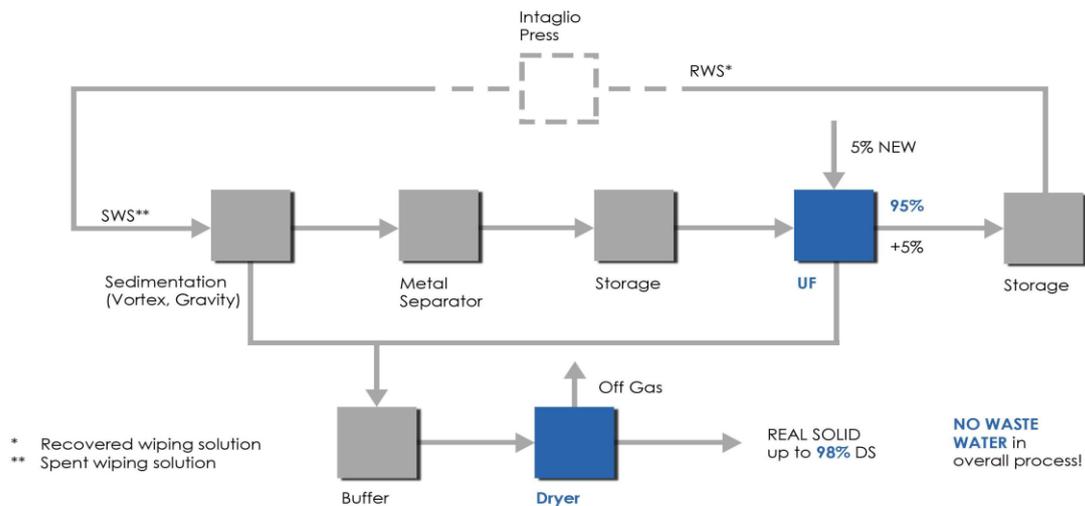
超過濾處理是經濟實惠的解決方案，受控且實際達到97.5%的擦拭溶液回收率，無廢水、環保的、無需其他化學品、高品質滲透，可以對超過濾設備進行獨立維護（多條生產線）。

超過濾所能阻隔的粒子較小，可以說是更精密的薄膜過濾程序。超過濾膜已可阻擋粒徑約 2 ~ 100 nm 的奈米級粒子，如病毒、蛋白質、胺基酸、碳水化合物高分子聚合物等。超過濾的最初發展是為了處理廢水問題，傳統的廢水處理程序無論是物理、化學或生物法都會造成環境危害，若以超過濾程序取代，不僅可以回收廢水中的有用物質，同時處理後的水可循環使用，減少有害物質及廢水的排放量。

5. AQUA INTAGLIO 超過濾系統操作流程（附圖一）

- (1) 僅30%的墨被用在鈔券紙上，有70%的墨被拒絕而消耗在擦拭溶液中。
- (2) 凹版印刷機擦拭溶液經由沉降將金屬分離再貯存於大型桶槽內。
- (3) 擦拭溶液經過預加熱進入超過濾系統。
- (4) 超過濾過程將擦拭溶液分成濃縮液體和恢復再生之擦拭溶液。
- (5) 95%的回收溶液加入5%的新溶液留置於貯存槽。
- (6) 恢復再生的擦拭溶液在貯存槽預加熱後送回凹版印刷機再使用。
- (7) 濃縮泥漿液體再進一步處理（噴霧乾燥器）。
- (8) 再生擦拭溶液組成：98.5%去離子水、0.7%苛性鈉、0.5%濕潤劑(UP30)

(9) UP30是工業製作的濾膜擦淨劑。



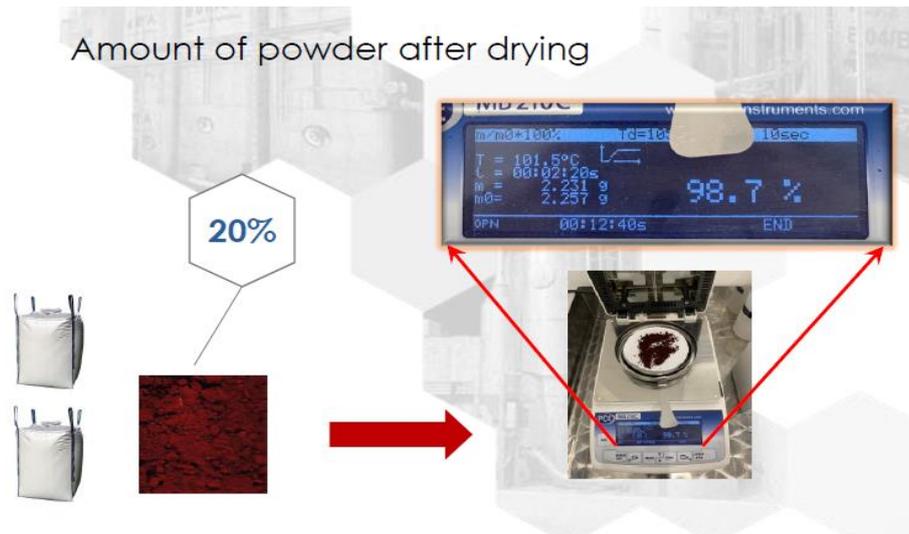
圖一、AQUA INTAGLIO 超過濾系統流程圖

6. AQUA INTAGLIO 超過濾系統噴霧乾燥機（附圖二）

- (1) 擦拭溶液經過超過濾處理後，約95%回收溶液送回凹版刷機使用。
- (2) 過濾出來的污泥漿送抽至緩衝槽。
- (3) 噴霧乾燥機將污泥漿處理成乾污泥或粉末。
- (4) 整個過程沒有廢水。
- (5) 乾燥過程有廢氣產生，用布袋除塵器進行處理，避免造成空氣污染。

這項先進的專有技術可以使超過濾後的廢物體積進一步減少80%。該系統使用噴霧方法，其中將墨水污泥在空氣加熱的柱中進行噴霧，然後轉化為細而不粘的粉末。這種溫和而高效的過程可實現低溫操作，並減少廢物處理量。含水量少於5%。排出的空氣用布袋除塵器進行處理，以滿足大多數城市中最常見的空氣純度閾值。

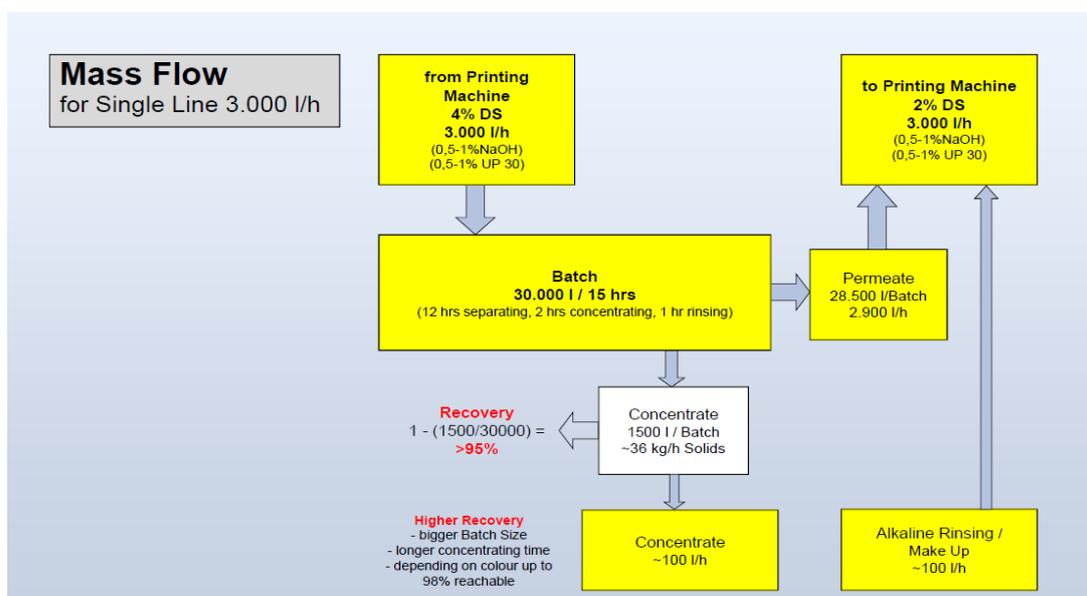
考慮到環境和可能的法規規定，建議第二步是使用活性炭過濾器。該過濾器確保了最高的空氣純度，減少了小於 $1\text{mg} / \text{m}^3$ 的揮發性有機化合物（VOCs）和灰塵。是非常有效的解決方法，可減少廢物量，處置成本，並避免運輸和處理危險液體廢物，體積減少80%。



圖二、噴霧乾燥機系統處理後固體廢物體積減少

7. 單線作業質量流量 (3,000公升/小時) (附圖三)

- (1) 從印刷機出來之擦拭溶液 (0.5-1%NaOH, 0.5-1%UP30)
- (2) 超過濾系統每批次30,000公升/15小時。
- (3) 12小時分離, 2小時濃縮, 1小時漂洗。
- (4) 經過滲透處理每批次28,500公升, 每小時處理2,900公升。
- (5) 溶液回到凹版刷機再使用。
- (6) 污泥漿部分經由第一次濃縮後回收率達到95%, 濃縮時間每批次1500公升
- (7) 再經由第二次濃縮後回收率可達到98%。但需要更長的濃縮時間。
- (8) 鹼性漂洗的溶液回到凹版印刷機一起再處理。



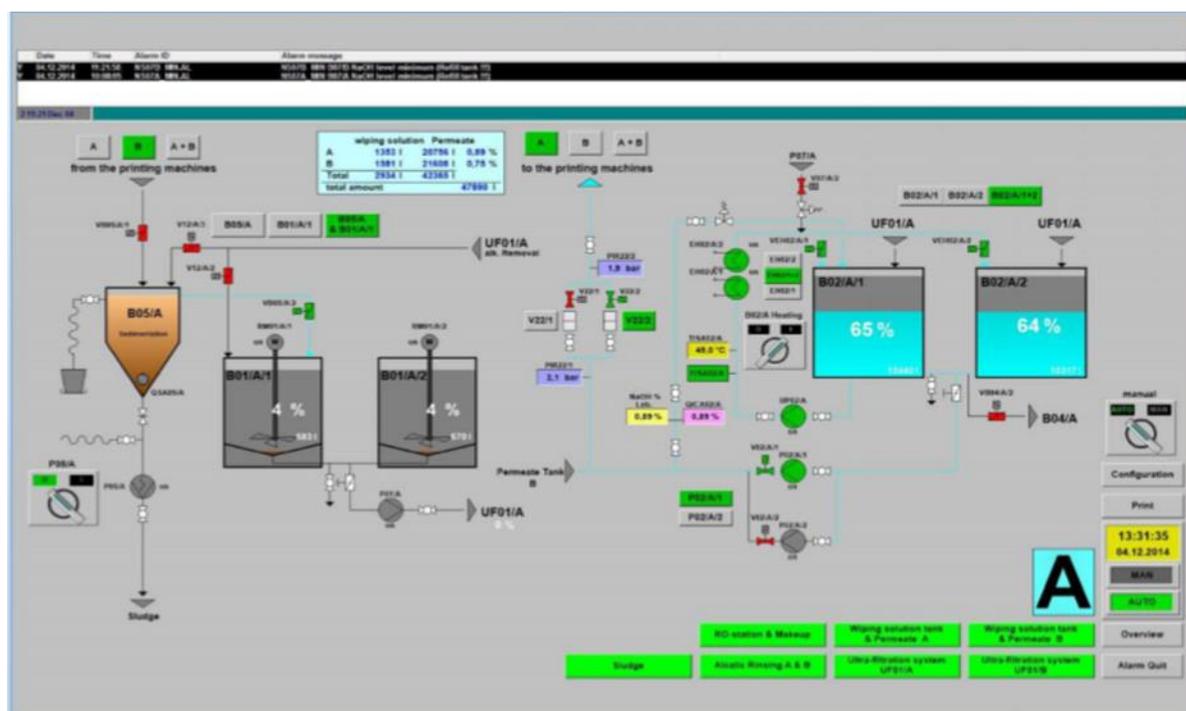
圖三、單線作業質量流量圖

8. Process Monitoring 監控過程 (附圖四)

在 AQUA INTAGLIO 超過濾系統操作過程中，現場有監控系統可以監控操作流程，操作人員藉由監控系統隨時修正操作參數。

以附圖四監控畫面說明：

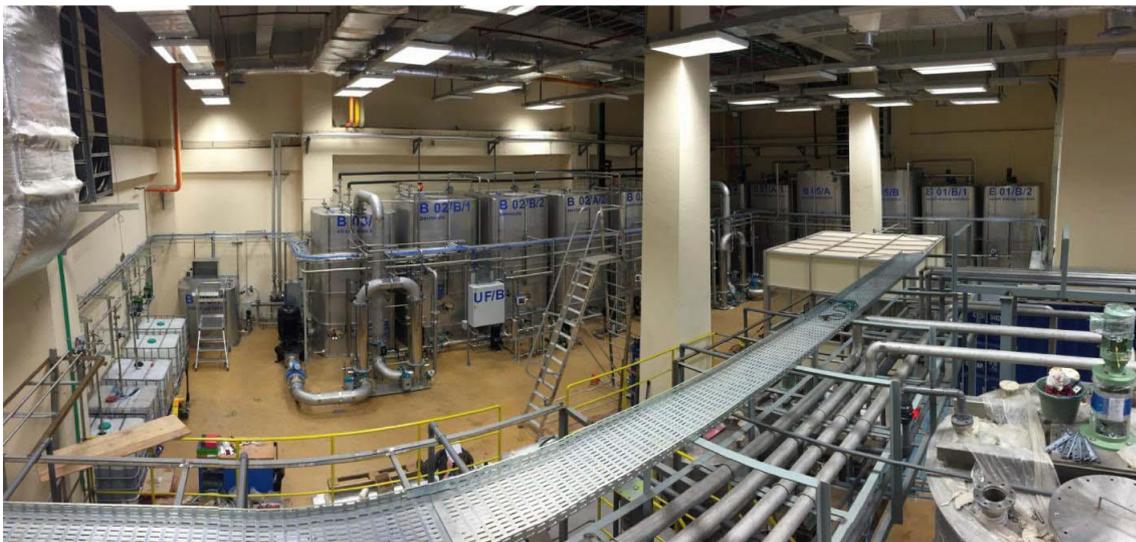
- (1) 此系統可監控 A、B 二條不同濃度擦拭溶液生產線和 A+B 混合三個流程
- (2) A 生產線擦拭溶液進入 B05 進行沉降程序，分離出較大顆粒固體物
- (3) 沉降後溶液進入超過濾系統
- (4) 沉降後污泥排出
- (5) 右邊畫面為加藥單元
- (6) 自動控制加藥量將濃度補充回原液送回印刷機使用
- (7) A、B 條生產線因濃度不同分開操作
- (8) 整個監控系統可以清楚看到每個桶槽操作濃度及運作情形
- (9) 畫面隨著流程可切換畫面，操作人員隨時可掌控現場操作狀況
- (10) 節省人力，利用監控系統掌控作業流程及變更參數



圖四、Process Monitoring 監控過程



圖五、超過濾回收系統（一）



圖六、超過濾回收裝置（二）



圖七、超過濾回收裝置（三）



圖八、超過濾回收裝置（四）



圖九、超過濾回收裝置（五）



圖十、大型儲存桶

(二)印刷製程新式污染防治技術

印刷製程產生的污染包括空氣污染、水污染、噪音污染及固體廢棄物污染。其中又以印刷製程和印後製程產生的揮發性有機化合物 VOCs 及臭氧 O_3 對作業環境影響最大。

1.揮發性有機化合物(VOCs)來源

揮發性有機化合物(Volatile Organic Compounds, VOCs) 係指沸點低於 150°C 以下之有機化合物，其所造成的環境污染問題，廣泛地存在於各類型工業中。其中印刷業是 VOCs 排放重點行業之一。印刷時大量使用油墨、稀釋劑、潤版液、膠粘劑、塗布液、光油、洗版水等物質，而這些物質普遍具有揮發性，也是造成 VOCs 的主要來源。在印刷時，很多的技術和生產過程都會造成 VOCs 的排放。凹版印刷機擦拭滾筒所用之有機溶劑逸散出來的揮發性有機化合物會影響作業環境的品質，對現場工作人員身體健康影響也相當大。

另外，印刷製程中除了印刷油墨(內含溶劑及稀釋劑)、擦拭溶液產生 VOCs 以外，印後製程之溶劑型及催化劑型上光之有機溶劑、UV 上光使水解離而產生臭氧，也是印刷業空氣污染主要來源之一。這些溶劑(酒精、煤油、二甲苯、高沸點芳香族溶劑)多具有 100°C 以上的沸點，所以乾燥程序為主要污染發生源。

早期網版印刷機沒有使用環保油墨，然而網印應用廣泛，相對的網版印刷的產品對人體接觸的安全與相關從事印刷的勞工長期曝露於有機油墨的環境中，所

衍生出的健康問題值得重視。

以本廠目前使用的網版印刷機 KBA NotaScreen II 為例：

KBA NotaScreen II，有兩個印刷單元，並同時包含熱風及 UV 兩種乾燥單元，可適用純 UV 或雙乾燥系統 (DC, Dual Curing) 的網印油墨，包含 OVI®DC 油墨；如兩印刷單元間加裝小型 UV 乾燥裝置，或在第二色網版上加裝保護套，可連續印兩色；搭配油墨磁化單元，則可使用光學變化磁性油墨 SPARK®。不同的性質的油墨所逸散出的揮發性有機化合物濃度也不同。

OVI 油墨的乾燥同時包含物理及化學作用，經過熱風乾燥系統將組成中的溶劑揮發和滲透，再藉油墨內添加的光起始劑與 UV 光產生急速反應，激發聚合固化；乾燥速度非常快幾乎是立即的。SPARK ORIGINS 係利用磁性原理控制顏料粉方向性之光學安全特徵的產品，因此需於網版印刷機上加裝磁性套件。SPARK LIVE 是 SPARK 的進階版，使用的光學變化磁性油墨(OVMI) 粒徑尺寸更小，溶劑含量也減少至≤3%，所有製作的要件皆與 SPARK 相同，僅需在網印設備中的磁性套件上再加裝一道 UV-LED 固化模組，使磁性顏料能立即在定向後馬上固化，避免圖像隨著紙張移動而改變排列方向，接著以熱風乾燥系統將溶劑揮發；隨著溶劑含量的減少，相對降低了環境污染的問題。

2. 揮發性有機化合物(VOCs)改善對策

(1) 油墨槽及後段乾燥時 VOCs 逸散

- a. 採用圍封抽氣處理方式減少 VOCs 逸散。
- b. 凹版印刷機之烘乾箱由吹入改為吸入方式而為負壓系統，並將印刷品出口處改為空氣入口處，及於印刷品入口處連接風管以抽引排氣，使乾燥箱兼具氣罩功能。

(2) 噴粉乾燥隔頁過程未設集氣設備或位置不當

- a. 採用液態噴粉方式及新式印刷油墨(UV 油墨)。
- b. 於噴粉處及底部之抽粉盒附近加裝集氣管收集，再以袋濾集塵機過濾處理。

(3) 水槽液液中異丙醇 (IPA) 所佔之比例高於8%，廠內會有較明顯之 VOCs 產生

- a. 降低異丙醇 (IPA) 之含量<5%或降低水槽液之溫度(5度~6度)。
- b. 將濕潤系統予以密封。

(4) 清洗墨輥及橡皮布表面造成 VOCs 逸散

- a. 將溶劑罐密封，減少開口之逸散面積。
- b. 使用過之廢油布，應置於密封容器內。

- c. 設置外部式狹縫型氣罩。
- (5) 上光及膠裝均使用有機溶劑，加熱烘乾後產生 VOCs 逸散
- a. 將攪拌槽上方之開口處加以蓋封。
 - b. 廢氣以上吸式氣罩收集。

3. 揮發性有機化合物(VOCs)防治技術

在 G+D 實習期間，作業現場的空氣污染處理方式，是在各印刷機除中央空調之外，還會有各自獨立的抽風除塵設備，並且與中央空調連線排出，所以現場不易有粉塵，廠內氣味並不會很刺鼻，因為作業環境均有活動式抽氣裝置，且工廠的設計考量了空氣對流的問題將空調由上往下引進，濕空氣往下方送出，減少廠房濕氣，而且灰塵不會上揚，不僅改善空氣品質也保障工作人員的健康。

另外 G+D 新廠房的換氣裝置是委託 RAFFLENBEUL ANLAGENBAU GMBH 公司客製化設計。RAFFLENBEUL ANLAGENBAU GMBH 公司專精於廢氣淨化、廢水處理、廢物處理、建築和設備工程、工藝技術和能源互連繫統、審批程序、專家意見、環境管理。在合併之前，Rafflenbeul 的工程師一直在計劃和提供有關25年以上廢氣淨化和能量回收過程的專家意見。G+D 廠房使用電漿除臭再過濾換氣，電漿的效用包含抗菌、抗病毒、防霉、脫臭及分解香菸中的尼古丁，可殺死並分解空氣中的微生物，且可接揮發性有機物分解成無害的基本化合物。廠房內之排氣管中間都會有中繼站增加排氣，確保監控排氣量，是一項抗菌效果極佳的新技術。

在選擇 VOCs 控制設備時，需要兼顧生產條件、廢氣特性、處理效率、環境因素、操作彈性及經濟效益等，選出最適合工廠製程的最佳的控制技術，才能發揮其效能，達到污染防治的最終目的。

二、瑞士 KBA-NotaSys 公司印刷機擦拭溶液 Aqua Save 回收系統及最新型改良設備

Koenig & Bauer (KBA)於西元1814年起源自德國西部鄉下，至今生產的機器分佈世界各地，全球90%的貨幣都得靠該公司生產的印鈔機印製，稱得上是全世界印鈔機市場龍頭。

由 KBA-NotaSys 公司所生產的印鈔機，所印製之鈔票總量佔全球90%，全世界的 KBA 機器超過1500台，超過160國家使用該公司生產的印鈔機，客戶們有了耐久好用的印鈔機，遇到要改版時，只要重新製版就可繼續使用，例如歐元的印製就是使用既有的舊印刷機器印製。

1952 年，Giori 與 Koenig & Bauer 合作協議生產安全的印鈔機，KBA-GIORI 公司成立。然而，成就並非純屬僥倖，該公司50年來一直和瑞士的 Gualtiero Giori 的製幣廠技術合作，配合時代的需要，改善機器的性能，包括日新月異的防偽造功能等，KBA-NotaSys 公司不是隨便一家公司能輕易取代的。

KBA-NotaSys 公司總部位於瑞士洛桑市。該公司集合了鈔票設計、機械設計、檢查技術和保安系統等專家，提供給顧客需要的各項相關技術支援。包括相關印製、印刷設備研發、組裝測試、設備展示等，還有研發暨訓練中心負責平面設計、手工凹版雕刻、電腦印前設計、照相製版、電鍍製版及雷射雕刻製版等。該集團為跨國性的公司，全世界聘雇約7400名員工。該公司受託承接其他國家的鈔券設計、製版、印製…等相關業務，具有一流電腦設計人員與印製技術，並同時參與技術研發及訓練工作。此次到瑞士（洛桑）KBA-NotaSys 公司接受印刷機污染防治技術研習，即是在公司總部作2天的實習。

(一)Aqua SaveII DEC 擦拭溶液回收系統

1.Aqua Save 擦拭溶液回收系統演進

Aqua Save II 擦拭溶液回收系統的演進與改良是經歷；舊式密閉環(Aqua Save ClosedLoop) 擦拭溶液回收系統、舊式 (De La Rue Giori) 擦拭溶液回收系統、傳統 (Aqua Save) 擦拭溶液回收系統、Aqua Save II 擦拭溶液回收系統等，自2015年以來，研發改善所製造出之設備為最新一代的 Aqua Save II 配備了傾析器(傾析離心機)的 Aqua Save II DEC。

擦拭溶液的回收始於1988年底，方法是引入超過濾膜，以便盡可能多地重複使用擦拭溶液。這是向前邁出的一步，以減少化學藥品的使用並節省水和能源。然而，該技術已經顯示出一些弱點，尤其是以下方面是至關重要。包括

(1)膜的使用壽命

- (2)工廠成本
- (3)效率
- (4)堵塞
- (5)流量不穩定
- (6)需要反洗
- (7)溫度變化造成的影響
- (8)通過使用特殊油墨改變性能

所有這些方面促使 KBA 開發新技術，尤其是實施新一代擦拭溶液回收流程。由於化學品的新發展，已於2000年首次安裝了新一代的 Aqua Save II。該系統基於化學物理過程，目的在於用於擦拭溶液的製備和回收。最後一代的回收技術使所有超濾膜的回收技術過時了。如今有50多家工廠在營運。自2000年以來，取得了更多進展，始終在改進系統並減少過程中使用的化學藥品數量。自2015年以來，最新一代的 Aqua Save II DEC 配備了傾析器(傾析離心機)。處理部分以及處理從系統中移出的溶液，現在已經完全獨立，以確保回收溶液的完美質量以避免污染的風險。

Aqua Save 擦拭溶液回收系統設備，已被認為凹版印刷機擦拭溶液回收、和準備擦拭溶液所必需的設備。這幾年已經由舊型的擦拭溶液回收設備發展出新型 Aqua Save II DEC 擦拭溶液回收系統，此回收系統是最新的回收方法，增加靜態傾析器，目的在減少油墨進入回收系統，代替原有 KBA-NotaSys 公司回收過程超過濾膜回收單元。Aqua Save II DEC 擦拭溶液回收系統完全適合 KBA-NotaSys 公司印刷機的凹版印刷機擦拭溶液回收，使用此設備在鈔票印刷仍能生產出優秀的質與量。

2.最新型 Aqua SaveII DEC 系統擦拭溶液回收過程

Aqua SaveII DEC 回收系統，擦拭溶液回收率能達到 90%。回收的過程需添加化工試劑 Dalsep CWL-76，能分離油墨與水。使固體、液體分離，再經由板框式壓濾機進行脫水。Aqua SaveII DEC 擦拭溶液回收系統已排除昂貴的超過濾過程，花費於能源消耗、操作、維護費最低。Aqua SaveII DEC 擦拭溶液回收設施回收的質與量獲得 KBA-NotaSys 的推薦，它不會有濾膜阻塞影響操作流速等問題。Aqua SaveII DEC 擦拭溶液回收過程分成4個單元：

- (1)回收單元
- (2)藥劑添加

(3)處理單元

(4)蒸發及降低 COD 單元

Aqua SaveII DEC 系統擦拭溶液回收過程如下：

擦拭溶液來自凹版印刷機收集槽，以輔助溢流桶槽 TK100收集待處理的擦拭溶液。

(1)凹版印刷機擦拭溶液收集儲存於 TK101收集槽。

(2)使用過的擦拭溶液送至 TK102處理桶槽，添加試劑。

(3)待處理的擦拭溶液置於 D104A、D104B 靜態傾析器，使固液分離，減少油墨進入回收系統。

(4)經過沉澱後上層澄清液流至 TK201槽，添加珍珠岩過濾助劑。

(5)待處理的擦拭溶液經泵浦抽送至2台板框式壓濾機 FP105、FP205分離出固體廢墨渣廢料。

(6)經過濾後的溶液，先儲存於 TK301回收桶槽，再經過輔助過濾器 FT506輸送到 TK315混合槽，進入藥劑調整單元。

(7)藥劑調整單元經由自動補充校正添加氫氧化鈉、蓖麻油、軟水等調整和自動加熱到50°C存放於 TK315混合槽，以確保凹版印刷機油墨擦拭的最佳效果。

(8)補充後之回收溶液再送回凹版印刷機使用。

(9)當壓濾機內部到達了適當的壓力時，壓濾機將被打開，以去除固體廢墨渣。

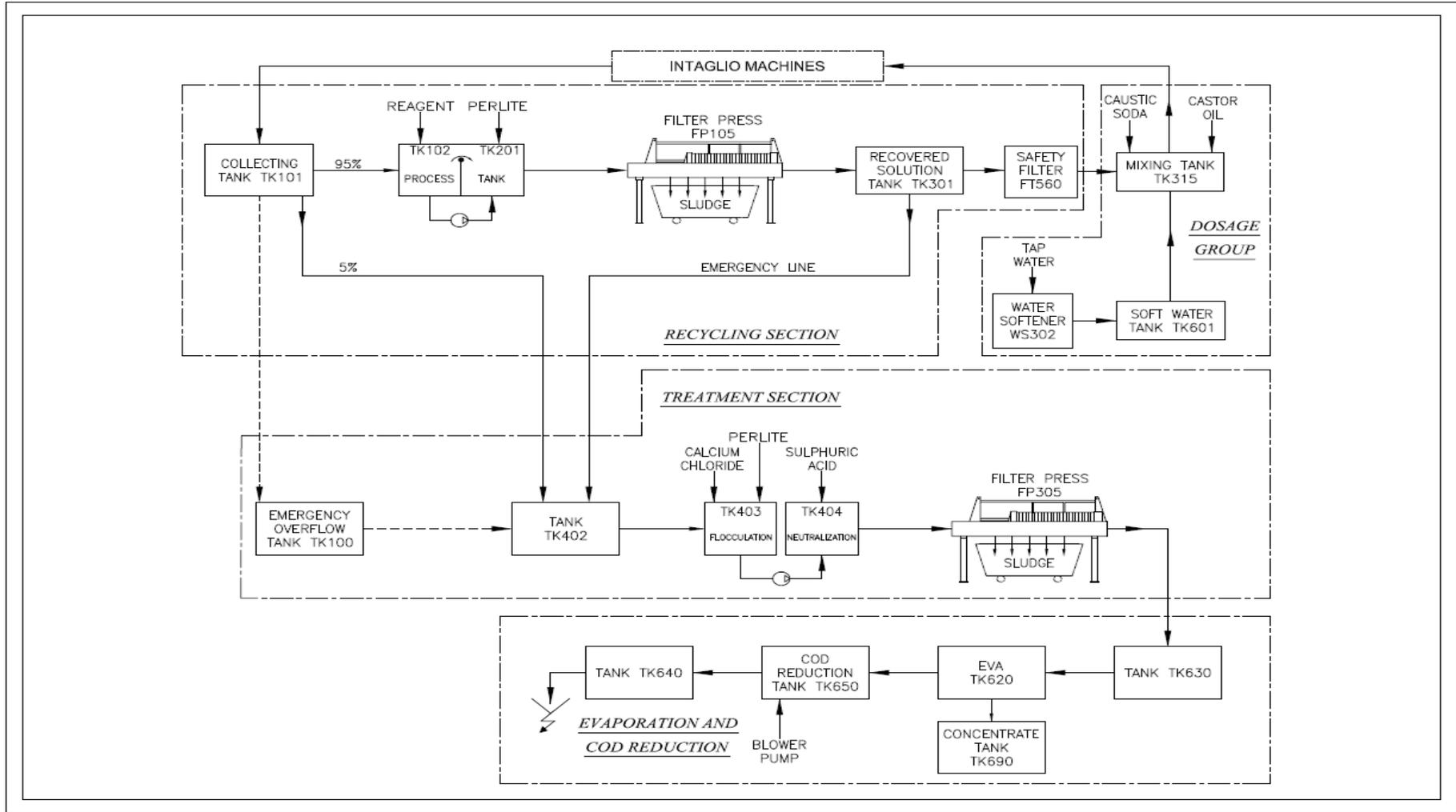
(10)靜態傾析器下層沉澱置於 TK402污泥濃縮槽，進入處理單元。

(11)TK403混凝槽添加珍珠岩過濾助劑、氯化鈣 CaCl_2 進入 TK404中和槽加入硫酸調整 pH。

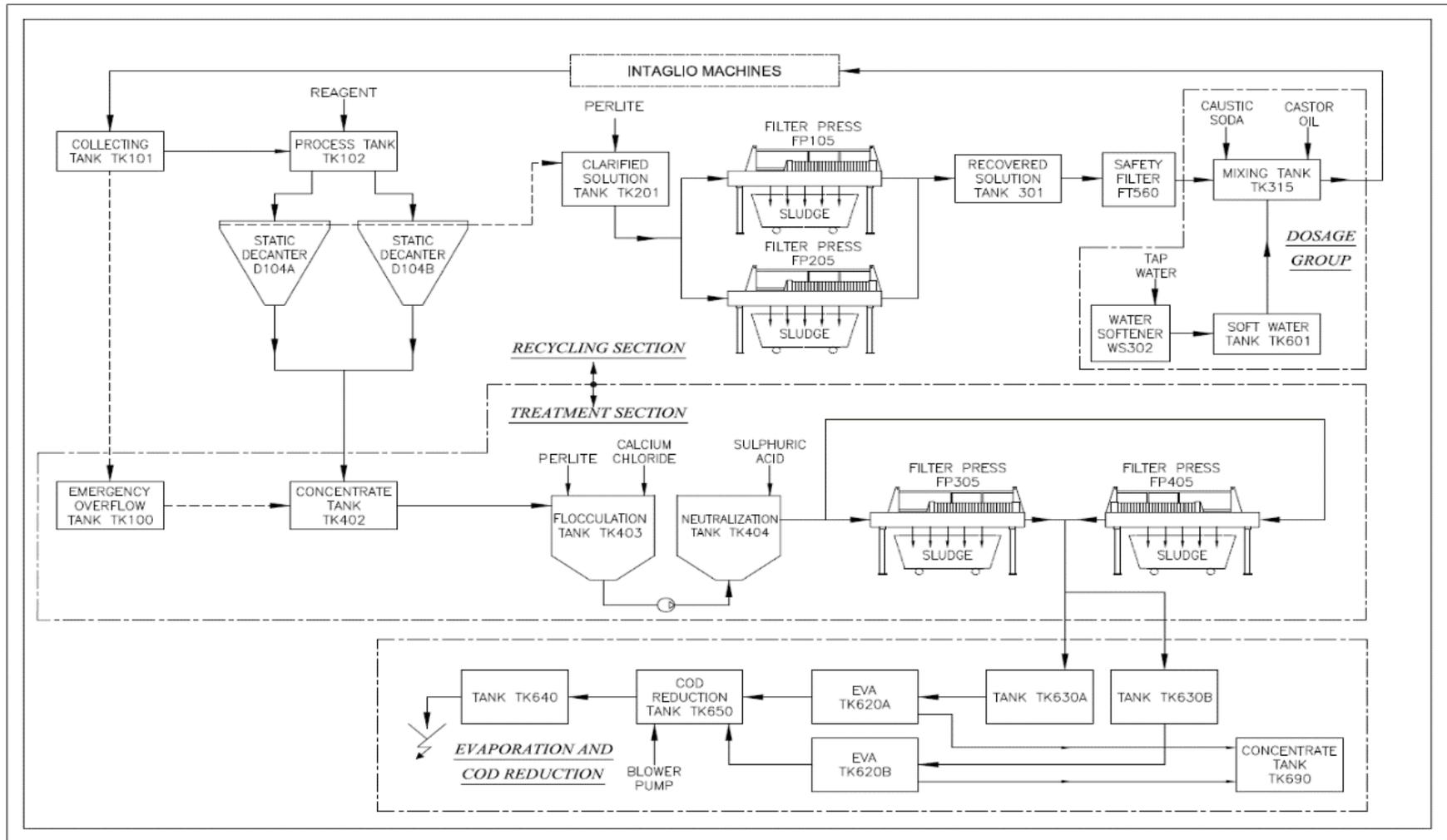
(12)以板框壓濾機 FP305、FP405脫水。

(13)為避免處理單元壓濾機產生的液體廢棄物，可選擇真空蒸發單元，可達到無廢水產生。

總結以上4個單元中處理單元及蒸發單元為獨立單元，以確保回收溶液的完美質量避免污染的風險。



圖十一、傳統 Aqua Save II 流程圖



圖十二、Aqua Save II DEC 流程圖

3. 新型 Aqua SaveII DEC 與傳統 Aqua SaveII 優點比較

(1) Aqua Save II DEC 優點:

- a. 標準擦拭溶液配方。
- b. 無膜。
- c. 高回收效率（回收率90%）。
- d. 穩定的流量。
- e. 低耗水量。
- f. 低化學藥品消耗量。
- g. 低污泥生產量。
- h. 低電能消耗。
- i. 當地市場上可買到的化學藥品。
- j. 該技術適用於各種凹版油墨。
- k. 使用真空蒸發單元，在低溫之下進行操作（ $<40^{\circ}\text{C}$ ）。擦拭溶液回收及廢墨渣去除過程，無有機物質因乾燥而產生廢氣排出。
- l. 真空蒸發單元過程同時進行回收單元，不影響處理量
- m. 全自動系統。
- n. 輕鬆增加容量。
- o. 可以對大多數現有的 Aqua Save II 安裝進行改造。

(2) Aqua Save II 優點:

- a. 高回收率（回收率能達到95%）。
- b. 固體廢墨渣產出量非常固定、含水率也固定。
- c. 非常少的能源消耗。
- d. 低化學製品消耗量。
- e. 維護、維修和備料費用低。
- f. 未來視情況，操作容量可斟酌增減調整。
- g. 備用的容量，允許擦拭溶液回收量少量增減。
- h. 擦拭溶液能適應每類型凹版油墨所含的化合物。
- i. 系統運轉之前，不需要進行初步的維護、再生操作。
- j. 不須要清潔水配置添加。
- k. 若增設低溫真空蒸發單元（選擇配備），則沒有廢水排出。
- l. 不需要安裝或處理天然氣設備。

4. 新型 Aqua Save II DEC 和傳統 Aqua Save II 消耗量和回收率比較

基於每台凹版印刷機的消耗量為1000公升 1/小時，化學藥品消耗量如下：

(1) Aqua Save II DEC

- a. 試劑單元: 苛性鈉 1公升/立方公尺
 蓖麻油 0.2公升/立方公尺
- b. 回收單元: 試劑 CWL-76 0.5公升/立方公尺
 真珠岩過濾助劑 0.2公斤/立方公尺
- c. 處理單元: 真珠岩過濾助劑 0.5公斤/立方公尺
 氯化鈣溶液 5公升/立方公尺
 硫酸 1公升/立方公尺
- d. 擦拭溶液回收率90%

(2) 傳統 Aqua Save II

- a. 試劑單元: NaOH 1公升/立方公尺
 蓖麻油 0.2公升/立方公尺
- b. 回收單元: 試劑 CWL-76 0.6公升/立方公尺
 真珠岩過濾助劑4.0公斤/立方公尺
- c. 處理單元: 氯化鈣溶液 7公升/立方公尺
 硫酸 3公升/立方公尺
- d. 擦拭溶液回收率95%

試劑單元	苛性鈉	1公升/立方公尺
	蓖麻油	0.2公升/立方公尺
回收單元	試劑 CWL-76	0.5公升/立方公尺
	真珠岩過濾助劑	0.2公斤/立方公尺
處理單元	真珠岩過濾助劑	0.5公斤/立方公尺
	氯化鈣溶液	5公升/立方公尺
	硫酸	1公升/立方公尺

表一、Aqua Save II DEC 消耗量和回收率

試劑單元	苛性鈉	1公升/立方公尺
	蓖麻油	0.2公升/立方公尺
回收單元	試劑 CWL-76	0.6公升/立方公尺
處理單元	真珠岩過濾助劑	4公斤/立方公尺
	氯化鈣溶液	7公升/立方公尺
	硫酸	3公升/立方公尺

表二、傳統 Aqua Save II 消耗量和回收率

藥品說明：

試劑：Dalsep CWL-76是一種中性液體（pH 值6—7），無味，無毒性、無害的，處理時無須特別防備措施。

珍珠岩過濾助劑：珍珠岩是一種惰性白色粉末，無毒性無害的，處理時無須特別防備措施。

5. 新型 Aqua Save II DEC 和傳統 Aqua Save II 比較

Aqua Save II DEC 回收系統的回收率為90%，相較於傳統 Aqua Save II 回收率95%低，但是 Aqua Save II DEC 不論是藥量、試劑和耗電量都比 Aqua Save II 少，而且污泥量低，是目前 KBA 使用最新的回收設備，Aqua SaveII DEC 擦拭溶液回收設備回收的質與量獲得 KBA-NotaSys 的強力推薦。

	Aqua Save II DEC 回收率90% 有輔助處理				Aqua Save II 回收率95% 有輔助處理			
	每立方公尺量		總量		每立方公尺量		總量	
軟水	99	公升	418	立方公尺	49	公升	207	立方公尺
苛性鈉	1	公升	4224	公升	1	公升	4224	公升
蓖麻油	0.2	公升	845	公升	0.2	公升	845	公升
試劑 CWL-76	0.5	公升	2112	公升	0.6	公升	2534	公升
真珠岩過濾助劑	0.7	公斤	2957	公斤	4	公斤	16896	公斤
污泥	21	公斤	88704	公斤	24	公斤	10136	公斤
過濾布			1				1	
回收耗電量	4	kWh	16896	kWh	4.5	kWh	19008	kWh
氯化鈣	5	公升	21120	公升	7	公升	29568	公升
硫酸	1	公升	4224	公升	3	公升	12672	公升

表三、Aqua Save II DEC 和傳統 Aqua Save II 比較圖

(二) KBA-NotaSys 擦拭溶液回收最新型改良設備

Aqua Save II DEC 擦拭溶液回收系統是最新的回收方法，增加靜態傾析器 (STATIC DECANTER)，目的在減少油墨進入回收系統，代替原有 KBA-NotaSys 公司回收的過程超過濾膜回收單元，排除超過濾膜阻塞的問題。Aqua Save II DEC 擦拭溶液回收系統是完全適合 KBA-NotaSys 公司的凹版印刷機擦拭溶液回收方案使用的最佳系統。



圖十三、Aqua Save II DEC 板框壓濾機



圖十四、Aqua Save II DEC 現場展示機(一)



圖十五、Aqua Save II DEC 現場展示機(二)



圖十六、Aqua Save II DEC 濃縮槽污泥板框壓濾機



圖十七、Aqua Save II DEC 濃縮槽



圖十八、Aqua Save II DEC 凹版印刷廢水收集槽



圖十九、Aqua Save II DEC 靜態傾析器外觀

回收系統 項目	KBA Aqua SaveII DEC	G+D AQUA INTAGLIO	SEILER H ₂ O-Intalio-Pro
擦拭溶液回收率	90%	97.5%	99%
回收方式	板框壓濾機	超過濾	超過濾
藥品需求	消耗量少 (CWL-76)	消耗量少 (UP30)	消耗量少 (UP30或自家)
排出擦拭溶液	<4% 若選擇真空蒸發， 可無廢液排出	<4% 若選擇乾燥系統，可 無廢液排出	<4% 若選擇真空蒸發， 可無廢液排出
維修費用	低	低	低
操作流速	流速不變	流速不變(排除膜管 阻塞)	流速不變(排除膜 管阻塞)
適合油墨	適合任何油墨	適合任何油墨	適合任何油墨
能源消耗	非常低	非常低	非常低
耗材	40片壓濾機濾布 (每年更換一次)	陶瓷濾膜(壽命5~7 年)	陶瓷濾膜(壽命10 年)
污泥處理方式	板框式污泥壓濾機 脫水	噴霧乾燥系統處理 成乾灰渣或粉末	蒸發系統處理成乾 灰渣或粉末
加熱設備	不需要	需要	需要
調配新的擦拭溶液	5%	5%	<5%

表四、三種擦拭溶液回收系統比較表

三、奧地利 SEILER 公司 H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統及印刷製程產出之污染物處理效率

SEILER 公司所屬 GWT 集團成立於1987年，總部位於維也納以南約20公里的 Leobersdorf，是家族企業100%出資。於2017年11月接管 SEILER，在安全印刷領域（尤其是擦拭溶液回收系統的回收領域）享譽30年左右，多年來 GWT 已穩步成長為水處理領域的全方位服務提供商，並且在每個技術領域均擁有完善的地位。約300名員工，是奧地利水處理廠（飲用水，生物廢水，工業用水，海水淡化，阿蘇等）的工程和建設方面的領導小組，擁有自己的測試裝置，在薩爾茨堡西部約300公里處擁有自己的實驗室，有六個公司據點在奧地利，有一個在瑞士。稱職的團隊在工廠建設的各個領域均擁有全面的專業知識，從工程和規劃到零件製造，再到現場專業安裝。GWT 的創新能力和可靠性獲得全球客戶的滿意。

SEILER Systems Technology GmbH 致力於開發高效、現代化、生態和用戶友好的工廠。通過不斷的發展和流程的優化，SEILER 已成為市場領域最知名的品牌之一。隨著最近與 GWT 集團的合併，奧地利水處理廠建設和工程領域的市場領導者和全方位服務提供商的市場實力，超過30年的經驗、規劃、生產、服務和培訓能力使 SEILER 得以進一步發展改善其產品和服務，並為現有和新客戶提供最佳解決方案。SEILER 使用物理過程（二個處理步驟），也就是採用超過濾沉澱。超過濾技術在 GWT 集團已經使用了很多年，因此該過程本身是眾所周知的，而不是創新的，技術受到所有客戶的肯定。

一、H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統

1. H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統原理

SEILER 的 H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統使用物理過程（二個處理步驟），也就是超過濾沉澱。利用陶瓷濾膜管在薄膜過濾程序中，只允許較小的分子通過濾膜到達另一側，體積較大的分子則被濾膜阻擋滯留在原來的一側，而達到分離純化的目的。而預處理的沉澱池可去除溶液中最大的墨水顆粒，使工廠能夠提供高達99%的連續性能回收率。

2. 使用陶瓷濾膜管進行超過濾

陶瓷濾膜又稱無機陶瓷膜，屬於膜分離技術中的固體膜材料，主要以不同規格的氧化鋁、氧化鋯、氧化鈦和氧化矽等無機陶瓷材料作為支撐體，經表面塗膜、高溫燒制而成。陶瓷濾膜具有耐高溫、耐化學腐蝕、機械強度高、抗微生物能力強、滲透量大、可清洗性強、孔徑分布窄、分離性能好和使用壽命長等特點。但

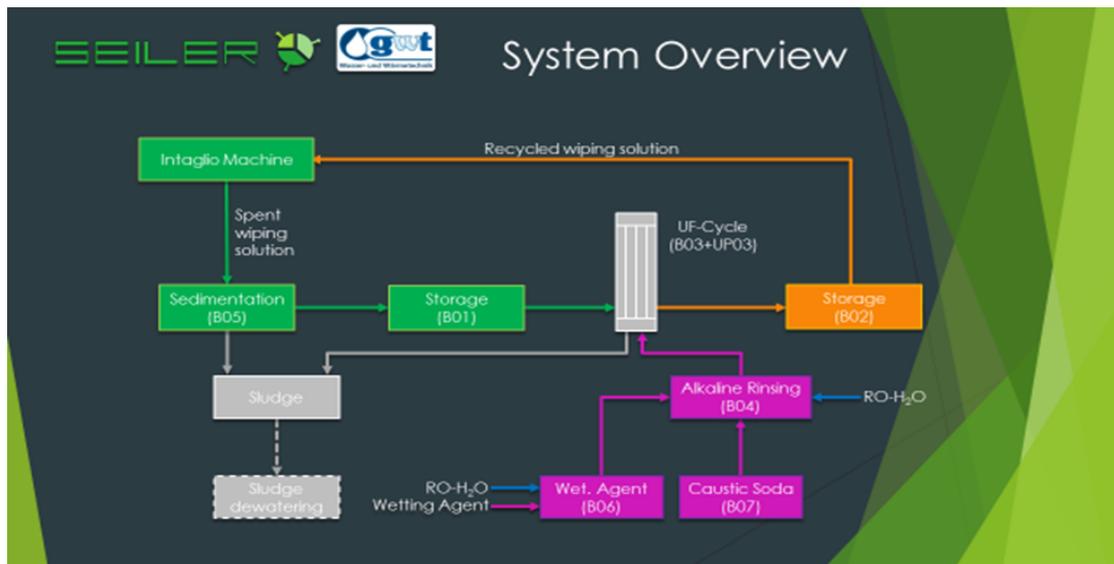
不足之處是造價較高、無機材料脆性大、彈性小、給膜的成型加工及組件裝備帶來一定的困難等。



圖二十、陶瓷濾膜管

3. H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統操作步驟

- (1)預沉澱以沉降更重和更大的顆粒，這是一個大的圓形水槽(B05)，顆粒有足夠的時間沉降，顆粒的速度約為每小時0.5米，速度非常低，它也是對超過濾的一種保護，因為這樣固體濃度就不會很高。
- (2)沉澱後的溶液抽至 B01儲存槽，這只是一個中間儲存槽，不需添加藥劑和任何處理過程。
- (3)利用陶瓷濾膜管進行超過濾，其中的剩餘固體將通過過濾除去。
- (4)B06的潤濕劑和 B07的苛性鈉進入 B04進行鹼性漂洗，當成補充液進入超過濾系統。
- (5)B03超過濾後的回收溶液儲存於 B02。
- (6)B02槽內回收溶液自動補充濃度重回凹版印刷機使用。
- (7)擦拭溶液的組成為：99或98的0.5%去離子水、0.5-1.0%的苛性鈉 (NaOH) 0.5%的潤濕劑(SEILER Reflow 是自己的產品，或者也可以使用漢高的UP30，SEILER 更喜歡使用自己公司開發的產品，因為有大多數經驗和最佳結果，雖然 UP30的運作也非常出色)。



圖二十一、H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統流程圖

4.H₂O-Intaglio-Pro 超過濾擦拭溶液回收系統優勢

從用過的擦拭溶液進入工廠的那一刻起，SEILER 超過濾（UF）技術就得到了優化。

- (1) 標準配置的沉澱池可去除溶液中最大的墨水顆粒，使工廠能夠提供高達99%的連續性能回收率。
- (2) 工廠的自動化水準可以根據客戶的需求進行調整，是可以完全自動化。
- (3) 生產過程中不需要操作員，除了偶爾重新庫存所需的化學品外。
- (4) 可以半自動化，降低了製造設備成本，但基於人工費用稍高要求和基於批次的處理方法者，則需要仔細評估自動化的程度。
- (5) 不受所選配置的影響，該過程經濟高、效率好且盡可能環保。
- (6) 持續的發展以致有最新的修改和優化，即使在工廠調試後的很長一段時間內，也可以迅速可靠地提供給客戶。
- (7) 使用傾析器離心機進一步提高回收率來優化超過濾的擦拭溶液的回收方法。
- (8) 儲存桶由增強的 PP 或不銹鋼製成，可抵抗操作過程中發生的所有化學衝擊。
- (9) 標準供應範圍包括集成的擦拭溶液加熱迴路、每個儲存槽的單獨排水泵、連續的儲存桶液位控制、化學藥品自動投料。

- (10) 經過優化和簡化的操作界面，具有大尺寸的平面屏幕。
- (11) 可選配磁性顆粒分離、擦拭溶液冷卻、成分測量功能、無線和遠端工廠控制。

5. SEILER 的革新

- (1) SEILER 改進了超過濾模塊的設計，從而降低了成本和空間要求，修訂了沉澱技術，從而提高了回收率，液體化學品的存儲無需再進貨即可保存數週，壓縮空氣反沖提高了可用性機構的最新開發自動化，從而提高了性能，改進了酸性漂洗程序，制定了苛性鈉和潤濕劑的測量程序，自動通知系統可用。
- (2) GWT 集團收購併加入後，努力實現最高生產力同時保持環保，任何油墨或客戶參數可以試用 SEILER 的試驗單元。



圖二十二、試驗單元

- (3) 凹版印刷機是根據生產的不同，機器的尺寸可能會有所不同，並且因客戶而異，超濾膜的篩孔尺寸為 $0.05\mu\text{m}$ ，油墨顆粒的尺寸約為 $0,1\mu\text{m}$ ，處理過程是一個循環。在該循環中，顆粒將在全自動控制的循環槽（B03）中濃縮，進行多種保護性測量（壓力、濁度、pH 12-14、溫度和其他操作），高質量的測量儀器（潤濕劑的表面張力和 NaOH 的鈉鹽分析儀）由於全自動和適當的沖洗，膜不會受到損壞，如果需要，可以定期進行鹼性沖洗和酸性沖洗，也可以進行鹼性沖洗。每次換班後或根據生產情況，每週僅進行幾次酸洗（僅在需要時進行）（膜堵塞的能力降低），膜的使用壽命可長達10年。

(4)回收率取決於油墨固體濃度1.0%，例如每小時2000公升擦拭溶液經過回收系統處理後，理論上產生20公升100%乾燥的油墨污泥，但是隨著蒸發水份消失了，回收率約為96%。

(5)乾燥系統

- a.沒有額外的乾燥系統：20-25%的污泥乾燥度（大量污泥）。
- b.帶有傾析器系統（離心機）：50-60%的污泥乾燥度，表示糊狀污泥的優勢為最高的回收率、低能耗、減少的廢料、投資少。
- c.採用蒸發系統：污泥乾度約為95%，污泥成為粉末狀的優勢。污泥的缺點是回收率較低（水被蒸發）與傾析器和乾燥機的能耗很高相比，高投資最重要。最有效的系統取決於當地的公用事業成本（污泥處理成本，能源成本和水成本）。清洗將在2個班次之間進行，持續大約1/2小時，例如1個班次持續8個小時，該工廠將設計7個小時，有1個小時的沖洗空間。

(6)SEILER 致力於擦拭溶液的恢復再生，利用 GWT 的專業知識和經驗。自從 SEILER 接手以來，實現了4個成果：

- a.Royal J. Enschede，每小時處理能力為1,000升。
- b.A 公司廢水處理能力每小時1,000升（不允許發佈公司名稱）。
- c.PWPW 公司每小時產能提升為6,950升（這是現有工廠處理能力的擴展）
- d.印度 SPMCIL 公司目前的產能為每小時2 x 3,000升，現在正在建置中，並將於2020年完成。項目的實現（時間範圍）取決於工廠的規模，直到交付或裝運通常需要6到8個月，再到另一個安裝和調試需要2個月。

(7) SEILER 系統試安裝

- a.所需時間：包括凹版印刷機和擦拭溶液恢復再生的印刷機，整個工廠計劃和安裝的時間範圍約為8到10個月，但可能會有所不同。廠商 SEILER 必須進行採購，儲存桶和超過濾設備的交貨時間大約為三個月，具體取決於各自供應商的工作量，但首先必須進行詳細的工程設計（設計/製圖），以便購買正確數量的材料（管道，閥門，量具） 儀器等。
- b.本廠安康廠區印刷股每天2班，每天約產生25公噸印刷廢水，以國外印刷機產生量相比數量似乎是算少的。安康廠區四線八台凹版印刷機，通常一台凹版印刷機每小時可產生800至1,000升（取決於機器的類型和製造年份）例如：一台每小時800升的機器乘以8台機器，大約為每小時6,400升。在準備提案之前討論所有內容最好先開會以分析需求，因為建築尺寸也很重要。

c. SEILER 通過了 ISO 9001 (質量管理), ISO 45001 (健康與安全) 和 ISO 14001 (環境) 的認證, 是一家全方位服務提供商, 可以自己做所有事情, 不需要其他分包商。



圖二十三、超過濾回收裝置



圖二十四、現場展示客製之超過濾回收裝置



圖二十五、現場之超過濾回收裝置



圖二十六、現場展示客製之超過濾回收裝置 B02大型儲存槽



圖二十七、超過濾設備機組

二、印刷製程產出之污染物處理效率

1. 印刷製程污染物來源

印刷製程中，由於設備的清洗會產生一定數量的廢水，是印刷製程最大宗的污染物。廢水的化學成分相當複雜，具有高 COD、高色度、難生物降解的特點，一旦進入水體，對河流對環境會造成嚴重的污染。

2. 印刷廢水處理方法

(1) 電解法

一種對各種污水處理適應性強、高效、時間短、無二次污染處理辦法，利用鐵板作陽極，鋁板作陰極，在強電流的作用下對污水進行電化學處理。優點為

過程中的羥基自由基無選擇的與廢水中的有機物反應，將其降解為二氧化碳、水和簡單的有機物。電解過程伴隨著產生氣浮的功能可以與其他處理相結合，做前處理提供廢水的生物降解性，經預處理後的廢水可生化性大幅度提高。

(2) 氣浮法

分散的微小氣泡作為載體粘附於廢水中的懸浮污染物，使其浮力大於重力和阻力，從而使污染物上浮到水面，形成泡沫，然後再用刮渣設備自水面刮除泡沫，實現固液或者液液分離的過程。氣浮法主要去除的是殘餘浮油和不含表面活性劑的分散油，缺點是設備轉動部件多，含油污水含鹽量高，腐蝕性強，穩定性也比較差一些。

(3) 混凝法

在污水中加入一定量的藥劑，經過脫穩、架橋等反應過程，使水質的污染物凝聚並沉降。這種辦法可以獨立使用，也可以和其他的辦法配合使用，一般作為預處理、中間處理和深度處理等。常用的混凝劑有硫酸鋁、PAC、三氯化鐵等。

(4) 生物接觸氧化法

主要利用微生物進行有機污水的處理方法。在有氧條件下，污水與固著在填料表面的生物膜充分接觸，通過生物降解作用去除污水中有機物、營養鹽等，使污水得到淨化。由好氧菌、厭氧菌、真菌及藻類等組成的生態系統，前期投入建設成本比較高，後期維護成本比較低，餵養葡萄糖等養分即可。比較適合低鹽分等簡單廢水，如果水質鹽分高、PH 值偏高偏低容易使菌種死亡。

(5) 膜生物反應器(membrane bioreactor, MBR)

與傳統的活性污泥處理技術比較，膜生物反應器處理效率更高、處理水質較佳、操作彈性大、占地面積小、污泥量少、容易自動控制、管理簡單，又具備消毒及除臭能力。對高濃度的有機廢水和難降解的工業廢水處理效果良好。

3. 選擇最佳的處理法達到最高處理效率

膜生物反應器(membrane bioreactor, MBR)的薄膜程序因其具有節省能源、操作簡便、維護方便且能有效提昇水質、節省空間、節省化學藥劑及減少污泥產生等優點，被廣泛應用於淨水及廢污水的處理上，在擦拭溶液回收更是達到97%以上的回收率。薄膜分離技術是利用不同成分透膜速率上的差異來達到分離的效果，因此膜必須有選擇性。原水中有許多大小不同的污染物，可選擇不同的膜分離程序來加以去除。一般而言，要去除水中的細菌或懸浮粒子時，可以採用微過濾；若要去掉病毒、蛋白質等膠體粒子，或是染料、高分子等有機物，則常採用

超過濾；要去除所有的離子時，需用逆滲透；但若只需去除二價以上的離子或分子量數百的分子，則可採用奈米過濾。凹版印刷擦拭溶液含高分子等有機物，則採用超過濾處理效率最高。

4. 阻塞是降低效率之因素

利用超過濾系統進行水質處理，具有處理效率高、降低化學藥劑量、設備佔地面積小、無化學污泥、可全自動操作等優點，但因成本過高，在實際應用上仍受許多限制。早期由於濾膜的價格昂貴，以薄膜分離系統進行處理，其成本很高。近年來，由於薄膜科技大幅進展，使薄膜處理成本逐漸降低。理論上只要薄膜壽命（操作年限）夠長，不需經常更換，成本應不至於過高。然而在實際操作應用上，卻常因薄膜壽命短、需常更換，而造成操作上之不方便且不符合經濟效益。

採用超過濾系統薄膜程序進行水處理過程中，一旦產生濾膜阻塞而未適時處理，將會造成產水量降低、出水水質變差且縮短濾膜使用壽命等問題，導致操作成本增加。因此需要掌握濾膜阻塞形成原因及研擬有效防止對策。

在超過濾系統薄膜程序操作上，導致濾膜壽命縮短的原因有二，一是由於原水中常含有會造成膜材劣化的有機溶劑或是 pH 值過高或過低，超過膜材適用的範圍，這部份的問題可透過慎選膜材及開發抗性更佳膜材來解決；另一個原因則是因原水中的成分十分複雜，常會吸附於膜面上或膜孔中，造成膜孔的阻塞的原因包括低溶解度鹽類結垢、金屬氧化物沈澱阻塞、膠體顆粒阻塞、有機物附著阻塞、生物膜阻塞等因素。

5. 改善沉降過程、減少濾膜管阻塞

濾膜阻塞會影響產水流量及膜的使用壽命，欲改善濾膜阻塞的問題 SEILER 通過添加薄片（增加表面積（ m^2 ））來改善沉降過程，以降低桶內的速度並改善顆粒的沉降。他們使用的傾析器系統（離心機）已獲專利，該系統絕對不會過時，它是水處理領域中著名的系統。當濾膜處理過程中面臨阻塞跡象，則再採用清洗薄膜除垢方式。膜的使用者也必需了解如何選擇適當的膜材及合用的膜組，以及如何使用適當的前處理來延長膜的壽命。

叁、心得及建議

一、心得

感謝上級長官提供此次出國實習的機會，期望能將國外所見所聞作成紀錄，提供有利的資訊，對提升品質作業有所助益。

- (一) 印刷技術的沿革帶來生活上的便利及繽紛色彩，但在印刷製程中所產生的廢水、廢氣，則造成潛在的環境負荷及人體健康風險。在全球環保意識抬頭的驅使下，各國針對環境保護及永續發展議題的落實，陸續訂定相關法令條文，重視環保意識、源頭減廢，需要所有地球一份子共同恪守規定。
- (二) 在 G+D 公司的油墨桶清洗採半人工清洗方式，由現場工作人員將墨桶放在清洗機台上，自動清洗完畢後的廢液會和擦拭溶液一起回收處理再送回印刷機使用，不會有廢棄物產生。
- (三) 廠房內擦拭用的擦拭布材質是純棉質料，擦拭效果非常好，使用過的廢油布委外由專門的清洗公司負責收集清洗乾淨後再送回工廠使用。反觀本廠使用的擦拭布是下腳料，品質不一，使用過的廢油布為有害事業廢棄物需要委託環保署核准認可的清運公司處理，每年的清運處理費非常高。
- (四) 102年安康廠曾裝設一組小型試驗用擦拭溶液回收設備，試驗期間操作遇到濾膜管容易阻塞的問題。此次藉由實習機會了解國外三種回收方法的關鍵技術，都有一個共同點是在處理前需先讓回收溶液沉澱。KBA 的 Aqua Save II DEC 使用靜態傾析器，G+D、Seiler 也都先進行沉澱過濾後讓回收溶液與污泥分離在將溶液貯存，貯存槽內溶液加入試劑（CWL-76、UP30）後再處理。所以前處理的沉澱是一個很重要的步驟。
- (五) 網版印刷機產生的 VOCs 濃度視油墨成份來決定，早期的 OVI 油墨溶劑含量大約20%，第一代的 SPARK ORIGINS 油墨溶劑含量大約5%，SPARK LIVE 是 SPARK 的進階版，使用的光學變化磁性油墨(OVMI)，溶劑含量也減少至 $\leq 3\%$ 。所以一般 SPARK 油墨中的 VOCs 很低，且在每一台機器上都裝置有排、換氣裝置，臭氧可以直接排出室外，大大降低作業環境中廢氣的濃度。
- (六) 印刷製程中易產生酸鹼廢氣及揮發性有機廢氣，在酸洗、擦拭、蝕刻等步驟所使用溶劑容易逸散成空氣污染源，其管制同固定污染源空氣污染物排放標準之排放管道及週界規定，只是印刷業之有機污染物有濃度低、範圍大的特

性，工作區長期人體毒性不可忽視。逸散的揮發性有機物不但對人體有毒性，釋放於大氣後，也會在紫外線作用下，形成光化學物質，增加臭氧及產生更具刺激性及毒性的化合物。因此，設置良好的集氣設備，始能有效減少有機溶劑逸散於室內的機會。

二、建議

(一) 為環保減廢，宜及早蒐集彙整擦拭溶液回收處理系統之相關資訊，就沉降過程、濾膜管及廢棄物產量等因素進行比較分析

科技日益進步，鈔券製程不斷的改善與精進，世界各國印鈔廠均漸漸採用擦拭溶液回收系統，讓可回收的資源再使用不浪費。此次參訪三家公司的擦拭溶液回收系統技術都已經純熟，也各自有其優點與缺點，建議蒐集彙整相關資訊選擇最有利的方式進行擦拭溶液回收。

為改善陶瓷濾膜管阻塞問題，可利用增加表面積（m²）來改善沉降過程，以降低桶內的速度並改善顆粒的沉降，提高擦拭溶液回收率，以減少廢棄物的產生量。

(二) 提升有機溶劑作業場所通風換氣設備

此次在德國 G+D 萊比錫印鈔廠新廠房參觀電漿除臭再過濾的換氣設備，廠房的作業環境非常好，氣味不會刺鼻，廠房內換氣裝置均設置在上方，空調由上往下引進，濕空氣往下送出，減少廠房溼氣，而且灰塵不易上揚，作業環境空氣品質良好。惟 G+D 公司電漿換氣設備因為是客製化設備無法立即得到相關資訊，值得再更進一步研究探討。



與德國 G+D 公司 Philipp Edler 合影



瑞士 KBA 公司



KBA 公司上課情形



與 e.altenburger 執行長



SEILER 公司討論及意見交流情形