

淺談新建「湖山淨水場」工程設計

陳 瑞 昌

黎明工程顧問股份有限公司業務部經理、水利技師

台灣省水利技師公會理事

逢甲大學水利系友會理事

摘 要

雲林地區位處台灣西部，北接彰化、南鄰嘉義，為台灣重要之農業生產區。該地區用水主要由各鄉、鎮轄區地下水及林內淨水場供應用水，近年因地下水源水質日漸惡化，且養殖漁業長期大量抽取地下水，致地層下陷。為有效解決地層下陷及水源不足問題，配合政府政策於湖山水庫及其下游自來水工程完成後，以湖山水庫與集集攔河堰(南岸聯絡渠道)之水源聯合運用，供給雲林地區主要民生用水，以解決水源不足之情形；並改以地面水供應，降低自來水對地下水之抽用，配合政府國土保育政策，提供大雲林地區質優量穩之公共給水。

因集集堰原水濁度甚高，故規劃設置「前處理設備」先行處理降低濁度；除既設林內淨水場(19.8 萬 CMD)外，另新建「湖山淨水場」(40 萬 CMD)，搭配供水區內既設供水管線，增設輸水幹管及連接管路形成完善之輸水管網系統，俾達供水目標。

一、前言

目前雲林地區之自來水除林內淨水場部分採地面水源外(地下水源量約佔自來水水源之54%)，其餘淨水場皆以地下水為水源；而近年雲林地區地下水水質日漸惡化及因地下水超限利用導致地層下陷、海水入侵之鹽化問題，地下水源水質漸超出淨水處理能力。

為改善雲林地區公共給水之品質，並配合政府國土復育政策減少地下水之取用，因而辦理「湖山水庫下游自來水工程」(以下簡稱：本計畫)，台灣自來水股份有限公司(以下簡稱：水公司)於湖山水庫完成後，將增加之地面水源取代部分現有地下水井，地下水井轉為備用水井做為乾旱時期之備用水源。由湖山水庫與集集攔河堰聯合運用之水源，經既設林內淨水場及新建「湖山淨水場」(以下簡稱：本場址)處理，如圖1所示，以穩定供給雲林地區之公共用水。供水區包括雲林地區、南彰化及北嘉義，並規劃以送水幹管連接聯繫各供水系統形成管網，以利水源互相協調及輸送，如圖2所示。

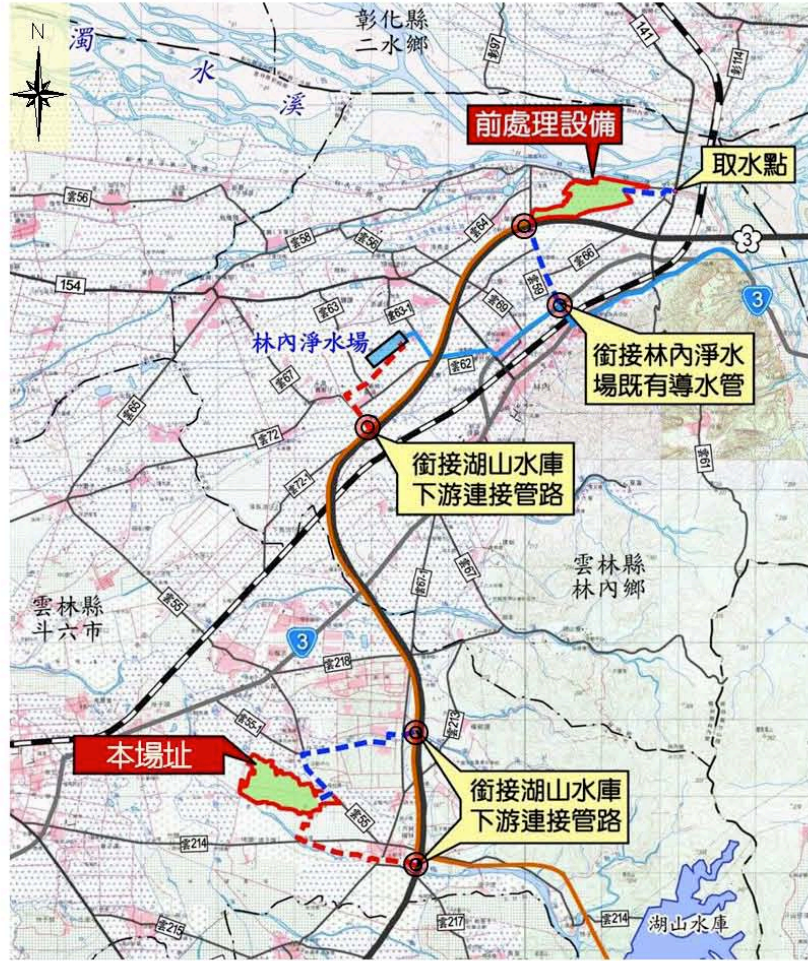


圖1 本計畫原水導水管埋管路線圖



圖2 供水區域圖

二、工程概要

為改善雲林地區公共用水之品質，並配合政府國土復育政策減少地下水之取用，水公司配合水利署湖山水庫計畫之推動，而成立本計畫，計畫中新建40萬CMD湖山淨水場，俟水庫完成後，改以地面水取代使用之地下水。

以雲林地區生活用水目標年（民國120年）最大日需水量為59.4萬CMD，林內淨水場最大出水量為19.8萬CMD，不足水量39.6萬CMD，則計畫由新建湖山淨水場供給（40萬CMD），以滿足目標年公共用水需求。

湖山淨水場位於斗六埤仔頭農場，雲214北側、雲55（南仁路）西側、雲55-1（榴南路）南側，西南側緊鄰梅林溪（林子頭溪）。本場址以南仁路作為進出道路，佔地面積約46.59公頃，原為臺灣糖業股份有限公司蔗園，其位置如圖3所示。淨水場基地高程約在61~75M之間，平均坡度約1.2%。



圖3 湖山淨水場位置圖

三、處理程序

本場址參照一般淨水處理程序以取水、加藥、混合、膠凝、沉澱、過濾及消毒為主軸，另視原水濁度及水質不佳之元素調整至最佳之淨化處理單元。至於淨水處理過程中產生之廢水或廢棄物，亦應妥善處理與處置以符合環保法規，故須就淨水與廢水分別擬定其處理程序。

(一) 淨水處理

本場址設計是新建一座出水能力40萬CMD之淨水場，堪稱雲林地區最大淨水場之規模，水源取自清水溪引入湖山水庫之水庫水及濁水溪集集攔河堰之南岸聯絡渠道川流水。清水溪桶頭堰於豐枯水期間之濁度，參照「湖山水庫下游自來水工程規劃(期末報告)」(台灣自來水公司，100.4)，平均約為25~380NTU，經湖山水庫沉澱後之濁度約20NTU以下；濁水溪川流水之水源濁度，則依林內淨水場民國95年~民國99年之原水濁度統計，年平均濁度約為1,800NTU計，已超出淨水場正常處理濁度500 NTU以上。故水公司為配合湖山淨水場興建，考量高濁度之問題，另覓尋於林內鄉頂庄段面積約37.2公頃，設一前處理設備作為原水初沉處理，該場址位於濁水溪河畔旁，以開孔取集集攔河堰之南岸聯絡渠道之原水，導引入至前處理設備，主要為將原水濁度處理降至500 NTU以下後再送至湖山淨水場。

根據設計時之杯瓶試驗得知，以聚氯化鋁採兩段式(加藥率1:1)加藥，對降低原水濁度於80NTU以上時，有明顯的處理效果。本場址因取得原水濁度皆低於500 NTU以下，且因本場址腹地大足以供使用傳統曬乾方式，故比照林內淨水場採於混合池一段加藥即可，以減低污泥事業廢棄物處理費。

本場址原水分別取自濁水溪川流水與湖山水庫水，兩水源濁度差異大，原水進入場內後，先經原水調節池調勻貯留，於調節池後半段設集水支槽引取上澄液，經重力流入匯流井後，再流入分水井，於此加入PACl溶液及次氯酸鈉，經由快混池混合攪拌以破壞膠體及微細懸浮固體之穩定，再流入膠凝池；藉膠凝池內由快轉慢之豎軸膠羽機(變頻式)，以串聯方式分三段攪拌膠凝，形成較大之膠羽顆粒加速沉澱。膠凝後之原水繼續流入傾斜管沉澱池，大部份膠羽顆粒在此沉澱；上澄液匯集於沉澱水渠後流入快濾池，進一步將沉澱水中之微細懸浮固體物去除，過濾水匯集並加氯消毒後流入清水池。本場址淨水處理過程中，計畫經由沉澱池處理後之出水濁度需達4NTU(含)以下，快濾池處理後之出水濁度：正常出水量為0.5NTU(含)以下，最大出水量時為1NTU(含)以下，符合水公司內控標準。

湖山淨水場設計淨水處理流程，如圖4所示。

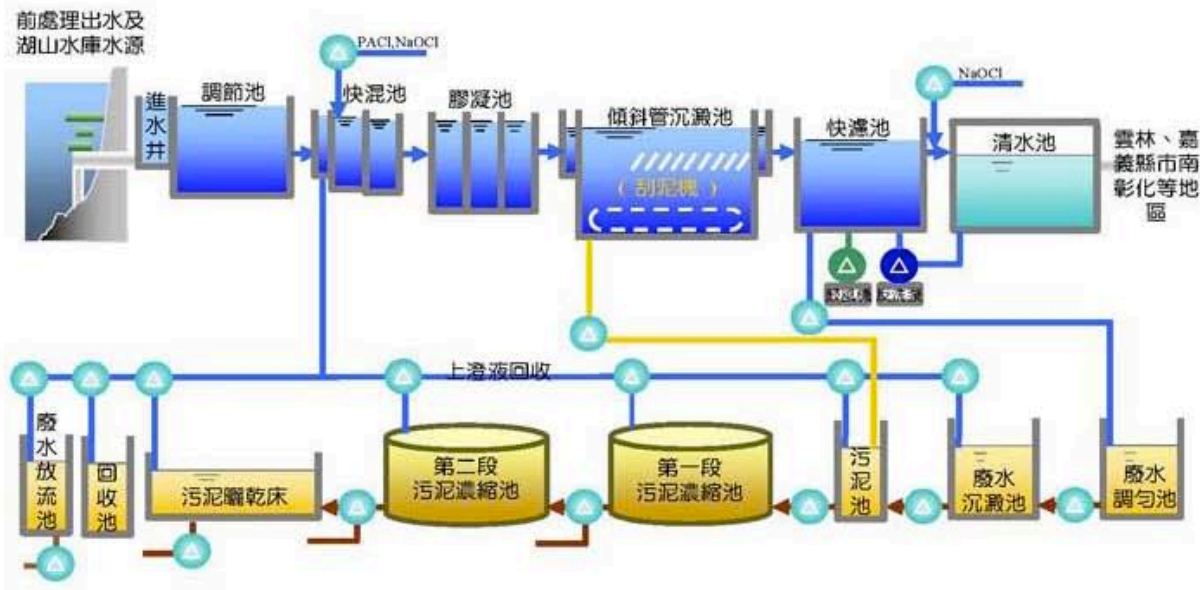


圖4 湖山淨水場設計淨水處理流程

(二) 廢水處理

淨水場廢水處理程序包括：廢水之收集、貯存、濃縮、排放或回收及污泥曬乾(或脫水)處理等。因快濾池反沖洗砂廢水與傾斜管沉澱池廢水之性質差異甚大，宜分開處理。故本場址的廢水處理程序概述如下：

快濾池之反沖洗砂廢水，以重力流方式排放至廢水調勻池，貯留調勻後，再抽送至廢水沉澱池，經由廢水沉澱池沉澱後之上澄液回收再利用，而沉降之污泥則排入污泥池。

傾斜管沉澱池沉澱後之污泥，則以重力流方式排放至污泥池。污泥池承接傾斜管沉澱池及廢水沉澱池排放之污泥，貯留調勻後，再抽送至第一段污泥濃縮池。

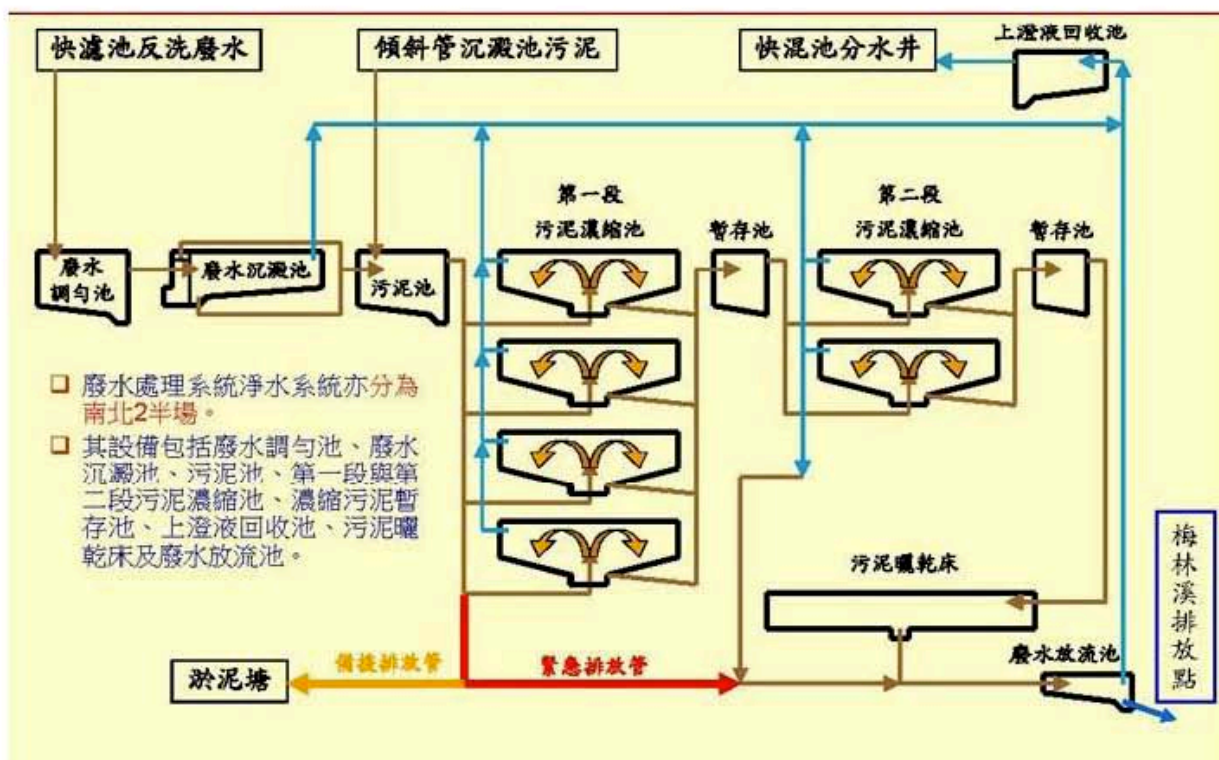
為有效增加濃縮污泥之固含量及上澄液回收再利用，污泥濃縮池擬採二段式設置。第一段污泥濃縮池承接來自污泥池之污泥，具有調勻污泥量及貯存之功能，其容積以設計處理污泥量24小時以上為準，經沉澱後之廢水上澄液，回收再利用，而沉降之污泥則排入第二段污泥濃縮池進行污泥再濃縮。第二段污泥濃縮池承接自第一段污泥濃縮池之污泥，其容積以設計處理污泥量30小時以上為準，經沉澱後之廢水上澄液，採回收或排放並行，而沉降之污泥則排入曬乾床。

為將廢水處理過程產生之污泥減量化，以利於污泥後續處置。污泥之脫水方法有自然曬乾與機械脫水二種，前者設備簡易，建造費用較廉，操作容易，維修費低

廉，但需廣大用地面積；後者脫水效率高且用地小，但建造及操作維修費均較高。由於本場址腹地夠，比照林內淨水場採曬乾床自然曬乾方式處理，曬乾後之污泥餅含水率符合水公司要求，低於百分之七十五以下，曬乾之脫液採回收或排放並行方式處理。

為使本場址廢水處理須符合相關環保法令規定，故廢水之處理採快濾池反沖洗水與沉澱池污泥分流方式，處理過程中，採部份回收利用及部份排放方式，處理後之水質，應小於或等於行政院環保署公告之放流水水質標準限值之80%，以確保符合法規規定。廢水處理則依規定辦理水污染防治措施申請，並取得排放許可證照，而廢水處理過程最終產物為污泥餅，則依事業廢棄物處置。

湖山淨水場設計廢水處理流程，如圖5所示。



註：上澄液回收至回收池後，再抽送至分水井

圖5 湖山淨水場設計廢水處理流程

四、工程配置

本場址設計之工程配置主要考慮因素包括有：

(一) 地勢高程

本場址地形狀呈東北高朝西南漸低之狹長型，東西向長約1,200m，南北向長約

700m，地勢呈東高西低，高差約14m（高程介於EL.+75m~EL.+61m），南北向高程則一致。由於淨水處理設備之設計，在處理流程採重力流方式，因此配置依地勢採由東向西配置，共分南北兩場，每場出水能力為20萬CMD。

依水力功能計算，本場址由進水井、調整池、分水井、量水槽、快混池、膠凝池、傾斜管沉澱池、快濾池至清水池等主要構造及管路，計算其必要高度及水頭損失，水位關係圖如圖6所示。

場內由進水井(H.W.L.76.6m)至清水池H.W.L.71.02m(≥71.02m)，符合規範。

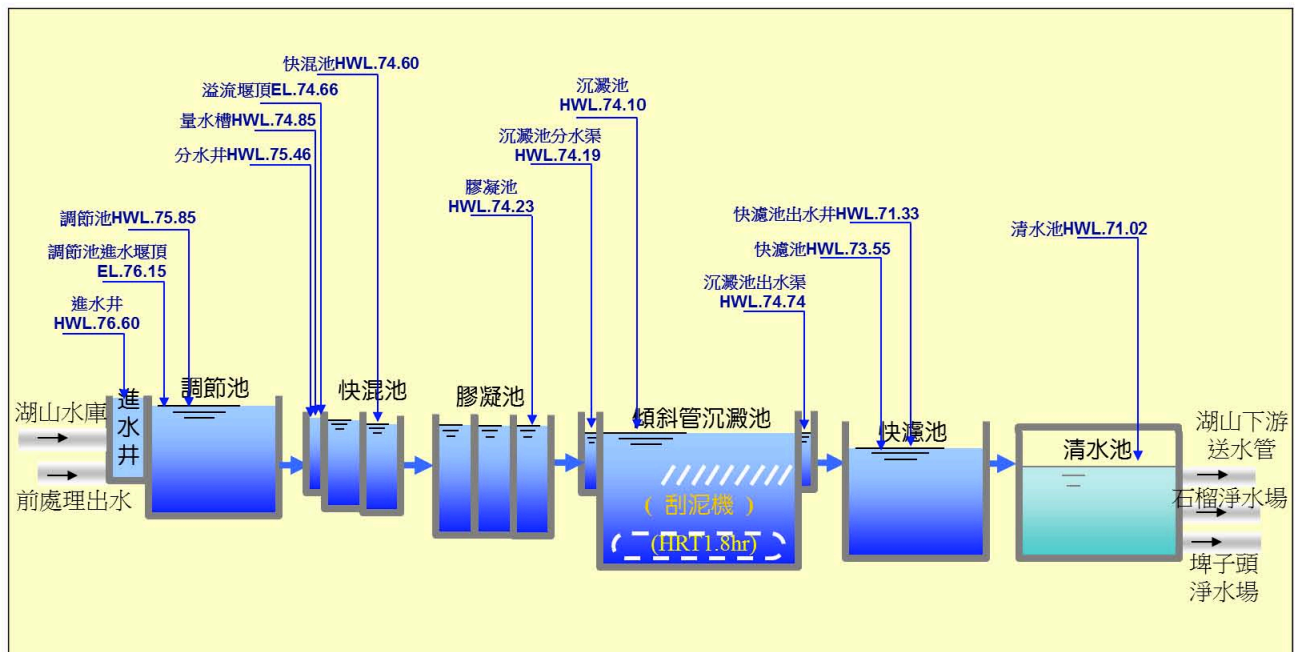


圖6 湖山淨水場設計水位關係圖

(二) 操作管理

考量操作人員對整場之掌控性及便利性，淨水場之管理樓之配置考量能通視全場，因此設於淨、廢水設備之東側位置。另，管理樓取得綠建築銀級標章及申請環境教育設施場所認證，符合環評承諾。

(三) 環場道路

考量操作及維修的便利性，環場道路的設計為10m寬，次要道路的設計為6m寬。於雲55道路設1座正門，作為平常人員進出管制站，另於西側緊鄰梅林溪堤防道路設1座側門，管制污泥清運及本場加藥品的進出，以維護整場景觀及安全。

(四) 工程經費

工程經費包括：土建工程、管線工程(含閘類)及機電儀控等，在土建工程設計上除考量耐震外，水池基礎須座落在良好地層，結構體配置配合地勢走向以減少土石方開挖量，符合環評土方平衡。

湖山淨水場平面配置圖及完工空拍圖，如圖7及圖8所示。



圖7 湖山淨水場平面配置圖



圖8 湖山淨水場完工空拍圖(黎明公司105.7拍攝)

五、結語

- 1.本計畫係為雲林地區人民長遠之自來水用水安全與穩定，且配合政府減少抽取地下水，推動「雲林縣境高鐵沿線3公里寬範圍內公有合法水井封移實施計畫」、「彰化、雲林地區地層下陷防治計畫」、「國土復育計畫—彰雲地區地下水十年減抽三億噸」等政策，具有落實國土保育之效益。
- 2.本場址面積約46.6公頃，依開發計畫許可之規定須留設30%(約13.98ha)為保育區，計畫設置約15.21ha。既有渠道維持原水利使用，另設置滯洪池面積為9,300m²，本計畫設置約1.29ha為水利用地。交通用地包含新設道路與既設道路設置約0.26公頃。特定目的事業用地包含淨廢水設施、建築設施(管理樓、發電機房及配電室、鼓風機室及操作室、備勤宿舍、警衛室及器修室)、場區道路及植生綠化，計畫設置29.83ha。
- 3.最後感謝水公司相關主管及黎明公司暨統包工作團隊分工合作下，歷經四年之規劃、三年統包設計施工，過程中團隊齊心協力與水公司相關承辦人員的積極互動下，努力不懈之溝通與協調，凝聚共識，達成本計畫之目標。

六、參考文獻

1. 「湖山淨水場新建工程設計報告」(台灣自來水公司中區工程處，101年)。
2. 「湖山水庫下游自來水工程前處理設備及湖山淨水場環境影響說明書定稿本」(台灣自來水公司，101.5)。
3. 「湖山水庫下游自來水工程計畫(核定本)」(台灣自來水公司中區工程處，101.10)。
4. 「湖山水庫下游自來水工程—湖山淨水場開發計畫(定稿本)」(台灣自來水公司，101.12)。
5. 「湖山水庫下游自來水工程規劃(定案報告)」(台灣自來水公司，102.9)。
6. 「自來水設備工程設施標準解說」(中華民國自來水協會，1996)。
7. 「自來水工程設施標準解說」(中華民國自來水協會，2006)。
8. 「自來水設施耐震設計指南及解說」(中華民國自來水協會，2002)。

投稿 107.03.02
校稿 107.03.26
定稿 107.04.02