

# 內湖污水處理廠規劃設計概況

黃建源 呂芳鐘 周俊廷 陳伯珍

中鼎工程股份有限公司  
美商西圖工程顧問有限公司

## 摘要

內湖污水處理廠係一座半地下化之污水處理廠，地面部份回饋為環境教育公園，有著市政建設標竿之積極意義。本污水處理廠進流污水經機械式粗攔污柵攔除大型固體物後，以進水泵站將污水揚升至機械式細攔污柵，後進入渦流式沈砂池進行除砂。污水經除砂後即流入初沈池澱懸浮性固體物，有機物污染物則利用柱塞流階梯式活式污泥曝氣法去除之，未來提昇至氮磷去除時，則改變為傳統式VIP 生物去除氮磷法，並預留可操作成階梯式VIP 法之彈性。污水經活性污泥池與二沈池沈澱，再經加氯消毒後放流基隆河，部份處理水則經過濾，回用至廠內、澆灌、人工湖泊及造景等非接觸性用水。廢棄活性污泥經帶式濃縮後，與初沈污泥、濃縮浮渣一併帶濾式脫水，即與攔除物及砂礫一併運出廠外。為因應未來更嚴格之總氮總磷管制標準，本污水處理廠亦預留重力式快濾及濾前管中加藥功能。

關鍵詞：合併生物脫氮除磷法

## 一、前言

依據原「台北市污水下水道系統計畫」，基隆河以北之舊內湖地區，及截彎取直新生地等地區，係規劃配置內湖舊區次幹管、東湖分管及基隆河整治計畫中山橋至成美橋段分管，俾將區內污水分別經基隆河接入撫遠街及南港主幹管；惟因考量此三處穿越基隆河施工艱鉅，且為免除管線倒虹吸過河段之施工及操作維護困難情況，台北市政府工務局衛生下水道工程處（以下簡稱 衛工處），遂決定配合基隆河截彎取直新生地都市計畫所劃定於中山高速公路與民權東路間之7.68公頃內湖污水處理廠用地，重新調整「台北市污水下水道系統計畫」，並擬定「配合基隆河截彎取直設置污水下水道系統計畫」，規劃內湖區獨立污水下水道系統及截流設施，使全區污水就地處理，俾舒解台北市污水下水道系統集中處理之負荷，改善八里與迪化污水處理廠操作之性能，提升基

隆河自淨與涵容能力，以符合水質保育與水資源再利用之目標。

本污水廠位於基隆河截彎取直新生地大灣舊宗段部份外，其北邊緊臨中山高速公路，西鄰天母快速道路及基隆河新生地堤防，東與內湖六期輕工業區連接，南為民權大橋且與新生地舊宗段之工業用地相連。實測處理廠用地面積約7.0公頃（含西南隅0.5公頃與空軍防砲陣地共構用地），處理後放流水承受水體為基隆河，該排放河段水體分類屬丁類河川，詳圖 1-1。本污水處理廠為一座半地下化污水處理廠，地上部份開闢為環境教育公園，提供市民休閒、娛樂及教育場所。

## 二、設計水量水質

本污水處理廠進流量與水質，深受建廠期程、集污區人口成長、工業廢水引入、截流設施及下水道建設與接管時程影響，故檢討本污水處理廠從開始運轉至計畫目標年進流量水質變化情形，俾訂定後續設計進流量水質，為做好本污水處理廠規劃設計及營運操作之重要且基本的前端工作（Front-End Work）。

### 1. 進流量檢討

本污水處理廠進流水收集方式，初期為截流而後逐漸轉成完全接管，本節將針對截流與接管污水量消長，以及進流水力尖峰負荷（Hydraulic Peak Loading）進行深入探討。

#### 1.1 截流與接管污水量消長

本污水處理廠各集污區分管網及甲、乙、丙幹線主幹管，將於89年度全部完竣，惟有鑑於衛工處對過去用戶接管率之統計結果，至民國82年為22.79%，且民國75年至82年年平均增加率為1.82%，顯示未來污水下水道管線鋪設完成後，本污水處理廠進流量尚未能達到完全接管時之污水，且因八座截流設施（北安、環山、港墘(二)、陽光、民權、成美、長壽、南湖）完工在先，故未接管之污水將以截流方式進入本污水處理廠。因此，綜合分析前規劃推估之污水量成長、污水下水道建設期程、接管普及率及截流設施興建等相關因素，繪製87年度起至109年度之晴天污水量成長圖（詳圖 2-1），由圖中可看出88年度本污水處理廠開始運轉時，晴天進流量約88,000CMD（截流污水53,840CMD，接管污水34,160CMD），至109年度計畫目標年時，進流量應可達到145,000CMD（截流污水16,020CMD，接管污水128,980CMD）計畫目標值。

#### 1.2 進流水力尖峰負荷

為能訂定本污水處理廠正確之水力設計準則，俾使本污水處理廠能穩定因

應本計畫區內污水流達量之時變性，本小節即研析迪化、民生及中區三座污水處理廠之三年操作記錄，並考量甲、乙、丙幹管輸水尖峰量及截流設施操作模式，以探求適合本污水處理廠之各項水力尖峰係數 (Peaking Factor, PF)。

經本專案小組蒐集中區 (81年7月~83年6月)、迪化 (81年9月~83年8月) 及民生 (81年9月~83年8月) 等三座污水處理廠操作記錄，統計該三廠之平均日、最大/小時、最大/小日及最大/小月尖峰係數 (詳表2-1) 後歸納出，最大時PF為1.75~2.20、最大日PF為1.50~1.65、最大月PF為1.09~1.31、最小時PF為0.44~0.50、最小日PF為0.63~0.66、最小月PF為0.79~0.93，其中民生污水處理廠因完全處理接管污水，且其集污範圍小又日夜生活繁華，產生之污水於進入污水處理廠前已達到某種程度水力平衡，故其各項尖峰係數皆最低。中區污水處理廠絕大部份處理截流污水，相似於本污水處理廠初期運轉狀況，其各項尖峰係數居中；惟因其截流係每日採定量方式操作，故每日24小時進流量非常穩定，無最大/小時尖峰變化。迪化污水處理廠絕大部份處理接管污水，相似於本污水處理廠計畫目標年運轉狀況，其各項尖峰係數最高。由表2-1中亦可看出，除民生污水處理廠因其集污區型態特殊無法歸納外，其餘中區與迪化兩污水處理廠，因中區污水處理廠處理水量比迪化污水處理廠大，故中區各項尖峰係數皆比迪化低，應屬合理。本污水處理廠第二階段設計進流量 (240,000CMD) 及進流型態皆介於中區與迪化間，故各項水力尖峰係數亦應介乎兩廠之間。

根據本專案小組進行之污水管線系統水理功能分析結果，甲、乙、丙幹管下游端尖峰輸水量為平均輸水量之1.77倍，且尖峰時僅達0.75滿管水深，又截流設施操作模式，係截流污水未超過設計截流量 (3.5倍晴天截流污水量) 時皆截流至本污水處理廠。故本污水處理廠最大時水力尖峰係數，應採用略大於甲、乙幹管下游端輸水量尖峰係數，而無法負荷之暴雨截流污水，則須以緊急繞流方式直接排入基隆河。

## 2. 進流水質檢討

根據前案<sup>1</sup> 規劃報告，本污水處理廠進流水主要來源有家庭污水、事業廢水 (工業廢水與國醫中心污水)、山泉水及地下水入滲等四大類，其中工業廢水又分為內湖輕工業區及其他工業廢水。上述各類污水以家庭污水為大宗，主要污染物為生化需氧量 (BOD<sub>5</sub>)、懸浮固體物 (S.S.)、氨氮 (NH<sub>3</sub>-N) 及總磷 (T-P)。六期輕工業區廢水量不多，約佔污水總量之3.5%；惟其廢水中含有油份、陰離子介面活性劑及重金屬等特殊污染物，再者，由於本污水處理廠運轉初期將以截流污水為主，故內湖輕工業區廢水與截流污水特性對進流水

質影響，須先行分析與評估，再探討進流水質變化及尖峰負荷 (Process Peak Loading)，做為後續訂定設計準則與操作之依據。

### 2.1 進流水質變化

根據(1)截流與接管污水量消長情形；(2)各截流設施截流污水水質推估值；(3)內湖輕工業區油份與重金屬推估值；(4)前案訂定之計畫目標年綜合污水水質 (其中油脂、鐵及鋅部份，以民生與迪化污水處理廠81年~83年進流水油脂平均值19.3mg/l、鐵0.418mg/l及鋅0.142mg/l補充之，其餘重金屬含量極少)，推估本污水處理廠87年度至109年度進流水水質BOD<sub>5</sub>、S.S.、NH<sub>3</sub>-N、T-P、油脂及重金屬等變化，並繪製進流水BOD<sub>5</sub>及S.S.濃度變化圖 (詳圖2-2)、進流水NH<sub>3</sub>-N、T-P及油脂變化圖 (詳圖 2-3) 與進流水重金屬濃度變化圖 (詳圖 2-4)。由上述圖表中可看出，本污水處理廠開始運轉時，其進流水質除氨氮及油脂外，BOD<sub>5</sub>、S.S.及T-P 濃度約為計畫目標值之50%，將影響本污水處理廠初期運轉操作方式，而且由於內湖輕工區廢水此刻已經排入，故初期亦有較高濃度之重金屬進流；惟因逐年家庭污水成長而漸漸遞減。

### 2.2 進流水質尖峰負荷

進流水質尖峰負荷如同進流量尖峰負荷，乃為後續訂定本污水處理廠正確之水質設計準則的重要依據，俾使本污水處理廠能穩定因應本計畫區內污染物流達量之時變性，故本小節亦研析迪化、民生及中區三座目前操作中之污水處理廠，以探求適合本污水處理廠之各項水質尖峰係數。

經本專案小組蒐集中區 (81年7月~83年6月)、迪化 (81年1月~83年8月) 及民生 (81年1月~83年8月) 等三座污水處理廠操作記錄，統計出該三廠之平均日、最大/小日、最大/小週及最大/小月水質尖峰係數於表2-2，如同進流水力尖峰負荷分析，本污水處理廠水質尖峰係數應介於迪化與中區污水處理廠間。

## 3. 設計水量水質

經前述進流量及水質之通盤檢討，及綱要計畫之處理水質標準，將其結果分為三個處理階段並整理於表2-3。本污水處理廠於計劃目標年 (民國109年) 之設計進流量及水質乃以充分利用廠址土地面積為原則，並參考國內迪化、民生及中區三座污水處理廠現有進流量及水質資料，同時納入尖峰負載之考慮，以達到處理最大水量及水質之目標。本污水處理廠第一階段處理水量為150,000CMD，放流水處理水質係採較87年放流水標準嚴格之目標設計；第二階段處理水量亦為150,000CMD，而放流水處理水質已提昇至氮磷去除；第三階段處理水量提高至240,000 CMD處理水質達回收再利用。

### 三、活性污泥法研選

生物處理系統為本污水處理廠核心部份，其功能設計原則須依據第一、二階段處理目標水質而定，第一階段達 $BOD_5 \leq 20\text{mg/l}$ ， $S.S. \leq 20\text{mg/l}$ ，並預留提昇氮磷去除功能；第二階段再提昇氮磷去除至 $NH_3-N \leq 10\text{mg/l}$ ， $PO_4-3 \leq 4\text{mg/l}$ 。根據前案建議，活性污泥法第一階段採傳統活性污泥法，第二階段將活性污泥提昇至A2/O、五階BARDENPHO、UCT、MUCT或VIP等生物去除氮磷法，故本專案小組第一階段採用柱塞流階梯式曝氣法(Plug Flow-Step Aeration)；至於第二階段BNR法之研選，因考量以活性污泥法同時脫氮及脫磷，基本原理上有其矛盾之處，此乃由於一方面為提升脫氮率，必先完全硝化，需延長曝氣區停留時間；但另一方面要提升脫磷效果，而為使活性污泥菌體能攝取多量的磷，必須增加剩餘污泥量，相反地必須縮短停留時間與污泥齡。因此，如早期發展之A2/O法，其脫氮與脫磷效率會相互牽制（五階BarDenPho亦同），當 $BOD_5 : \Delta P$  ( $BOD_{5in} / (TP_{04in} - SP_{04out})$ ，在 $BOD_5$ 限制條件下)比值升高時（即磷去除率降低時），氮去除率亦隨之升高；反之則氮去除率隨之降低<sup>2</sup>。要改善A2/O法此種瓶項，須將富 $NO_3-N$ 之RAS迴流至缺氧區，而不要迴流至厭氧區，降低厭氧區脫硝作用產生，強化磷蓄積菌對短鏈揮發性脂肪酸 (Short Chain Volatile Fatty Acids, SCVFAs) 之攝取率，以促進脫磷作用。因此後續發展之MUCT及VIP法為改進A2/O處理機制，將富 $NO_3-N$ 之RAS流迴至缺氧區，使同時脫氮與脫磷作用相互牽制降至最低<sup>2 3</sup>。此外，由於VIP法又將每一區至少分隔成兩個完全混合池，以形成柱塞流特性，因此停留時間約為A2/O之70%左右，而STEP VIP（為VIP法之改良法）更加柱塞流化，故相同土地面積之處理水量，STEP VIP約比VIP多10~20%。

由前述可知，早期發展之A2/O及五階BARDENPHO之氮磷去除效率與土地利用率不及MUCT及VIP，因此，經本專案小組以處理200,000CMD水量為基礎，評估MUCT、VIP及階梯式VIP法之水力停留時間、反應槽體積、平均電力消耗與迴流泵浦等項目（詳表3-1），其結果顯示，階梯式VIP法較節省用地且可降低操作成本。但因考量階梯式VIP法於1992年才開始發展應用，其目前之國外應用實績相當少，該法雖已經無數電腦模式模擬驗證有效，然為確保本廠未來之操作功能，現階段設計時宜採目前實績較多之VIP法。以下茲列舉VIP法之國外實績，並將其中Nansemond廠之操作數據整理如表3-2所示，俾供參考。

#### (1) 操作中

• VIP, VIRGINIA, USA

- NANSEMOND PLANT (95,000CMD) , VIRGINIA, USA

## (2) 模廠

- YORK RIVER PLANT (57,000CMD) , VIRGINIA, USA (全比例)
- UNIFIED SEWERAGE AGENCY, WASHINGTON COUNTY, OREGON, USA
- CITY OF PHOENIX, ARIZONA, USA
- WALUNT CREEK WWTP, USA

## (3) 設計建造中

- UNIFIED SEWERAGE AGENCY, OREGON, USA
- CITY OF RENO, NEVADA, USA
- PAYEE STP (15,000CMD) , KOREA
- KIMHAE STP (11,000CMD) , KOREA
- MILYANG STP (3,300CMD) , KOREA
- QINGDAO (80,000CMD) , CHINA

本專案小組目前雖以 VIP法設計，但仍將保留彈性以供未來能操作成階梯式VIP法。此乃因國外目前正有污水廠 (South Austin Regional WWTP, USA) 以階梯式VIP 法設計建造中，屆時建造完成正式開始操作運轉後，若其操作功能及效率證明較其他BNR法為優，則內湖廠可立即轉換成階梯式VIP法操作。因此下節中，除將介紹VIP法之流程外，亦將介紹階梯式VIP法之流程，以供參考。

## 四、合併生物脫氮除磷法

### 1. VIP法

VIP 法係由美國維吉尼亞州漢普頓路環境清潔區及西圖公司(CH2M HILL) 共同發展出來，以使該清潔區所管轄之藍柏茲波印污水處理廠由初級處理提昇至二級處理。該廠座落於維吉尼亞州諾福克，經由該案早期規劃階段所做的研究顯示，使用這種新法可在不增加經費的情況下，達到生物方法去除氮磷之效益。VIP之名代表維吉尼亞州先導污水廠 (Virginia Initiative Plant)，經提昇後的藍柏茲波印污水廠已改名為維吉尼亞州先導污水廠，因它代表著該清潔區所採取的先導行動，提供經濟有效的氮磷去除方法，對企莎畢克灣整治先導的一種貢獻，該污水廠係維吉尼亞州同類型污水廠之第一座。

VIP 法處理流程示意圖，詳圖 4-1。該處理法係一種懸浮生長式反應槽，包含三個區：(1)厭氧區；(2)缺氧區；(3)好氧區。厭氧區及缺氧區設置有攪拌機，能在不傳送氧的情況下保持混合液(Mixed Liquor，指污水與活性污泥混合液) 於懸浮狀態；好氧區則設置有細粒氣泡式散氣盤，能一面保持混合液

於懸浮狀態，一面能傳送氧氣。混合液則在各不同區之間迴流，缺氧液迴流 (ARCY) 將混合液從缺氧區之出口端送回到厭氧區之入口端。硝化液迴流 (NRCY) 則將混合液從好氧區之出口端送回到缺氧液之入口端，二次沈澱池之迴流污泥則迴流至缺氧區入口端，各種循環液與進流污水量(Q)之比值詳圖4-1。

VIP 法比起其它生物去除氮磷方法具有兩項主要優點，其一為較高之反應速率，較小之反應槽容積；其二為較大之生物式脫磷能力。舉例而言，從模型廠及實廠研究結果顯示，VIP 法脫氮磷的總水力停留時間，在溫暖天氣時為少於4小時，而在寒冷天氣時為大約7小時。在這種時期，其氮和磷的去除率分別平均為70%和85%。費用分析顯示達到這種氮和磷之去除效果，其費用和一般二級處理的費用相差不多。

VIP 法祛磷能力較大的原因係其迴流污泥之迴流裝置，此使得迴流到厭氧區的硝酸氮減少，而提高了進流水中有機物作為生物式脫磷之最大用途。

VIP 法除了具有去除氮磷養分之效果外，藉由彈性操作（如三個反應區停留時間之相互調整、硝化液迴流及缺氧液迴流之使用與否等），它還具備了好氧性、缺氧性及厭氧性污泥菌種選擇池(Selector)之功能，這種功能使得該反應槽具有防止絲狀菌(Filamentous Bacteria)生長的特性，同時對於防止二次沈澱池污泥鬆化(Sludge Bulking)有正面的效果，故可使污泥沈澱效果良好，SVI值皆在100至150以內，對迴流污泥之迴流比可有效的減少。

VIP 法之各反應區之情況為：磷係在厭氧區釋出，至好氧區累積回菌體內，隨排泥而被去除，所謂的厭氧區係指任何型式的氧源皆不存在的情況，此包括溶氧及硝酸鹽。為了培養專門去除磷的特殊菌種（磷蓄積菌），反應槽需保持厭氧狀態。厭氧區之目的為脫磷，使磷蓄積菌在本區中將其細胞體內的磷釋放於污水中，其釋出之磷的濃度達到15至30mg/l，遠比進流水中磷的濃度6至10mg/l還高。

磷的釋出使得磷蓄積菌能吸收大量的有機物，這些有機物隨即在下流端的好氧區被生物所氧化（見圖 4-1），使得微生物能吸收原先釋出的磷以及進流水中高百分比的磷。故在厭氧區中選擇性的吸收有機物實為容許大量的磷蓄積菌在本系統中生長之緣由。

氮係在缺氧區被去除，所謂的缺氧區係指沒有氧存在但卻有硝酸鹽氮的存在。硝酸鹽氮係由好氧區中將含硝酸鹽之混合液循環而加入缺氧區中（如圖 4-1之NCRY迴流液）。本循環之硝酸鹽氮，在缺氧區之無氧環境下，經脫硝作用(Denitrification)而還原成氮氣。一般而言，脫硝作用進行時，脫硝菌所耗用之硝酸鹽氮總量，相當於有機物氧化所需氧量的2.86倍，即2.86mg O<sub>2</sub>/mg

$\text{NO}_3\text{-N}$ ，且硝化 $1\text{mg/l}$   $\text{NO}_3\text{-N}$ ，產生 $3.6\text{mg/l}$ 鹼度。

硝化作用 (Nitrification) 係在好氧區中有溶氧存在時反應的，一般而言，硝化 $1\text{mg/l}$   $\text{NH}_3\text{-N}$ 需消耗 $4.6\text{mg/l}$ 氧氣及 $7.2\text{mg/l}$ 鹼度。(以 $\text{CaCO}_3$ 計)。硝化作用係去除氮的重要一環，因為它使得進流水中之氮能轉換為硝酸鹽型式，而進一步藉脫硝作用將硝酸鹽轉換為氮氣。

VIP 生物處理法與其它生物去除氮磷方法，有兩個重大之差異：(1) 迴流污泥之迴流位置；(2) 每個反應區之型式。二沈池迴流污泥係送回到缺氧區，此與其它生物處理法之送回到厭氧區有所不同。由於在VIP法中，迴流污泥係加入至缺氧區，於是需有另一股循環液以將混合液送到厭氧區中，此股循環液即為圖4-1中所示之ARCY。將迴流污泥送回到缺氧區有其優點，因它使得混合液在送回厭氧區之前能完全的去掉硝酸鹽氮。迴流污泥通常含有一些硝酸鹽氮，此硝酸鹽氮如果加入厭氧區，將妨礙磷之去除。

第二個最大不同點係每個反應區的型式，VIP法之每個反應區均至少分隔成兩個串聯排列之完全混合小池。此種型式可提高反應槽之柱塞流特性，而改良其流程動力(Process Kinetics)特性。此外，它亦使各反應區能各自發展出更適宜的微生物生長環境，從而提昇反應速率。

VIP之另一項特色是其好氧區的容積可達到可靠的硝化作用，此容積為進流污水強度及溫度之函數，因此水池大小每個處理廠都會不同。然而，最適宜情況係池子的大小剛好可達到足夠的硝化作用；亦即儘可能採用最小的池子，其結果將為一最經濟的系統。

VIP法之費用取決於氮去除率，若脫氮作用發生於污水溫度相當溫暖時( $20^\circ\text{C}$ 或更高)，則其費用大約與傳統式二級處理的費用相當，如而在較冷水溫時，則其費用將稍微增加，惟各廠之費用將各不相同。

漢普頓路環境清潔區與西圖公司成功的將VIP法與其它生物去除氮磷技術分開出來而取得美國專利，他們為了公眾而發展出本方法，並且為了鼓勵創新及使用本法，放棄了專利權使用費。

## 2. 階梯式VIP法

VIP法按其發展先後，已衍生出兩種不同系統組合，一為傳統式VIP法(Conventional VIP)；一為階梯式VIP法(Step VIP)。

階梯式VIP法之處理流程詳圖4-2。階梯式VIP法亦係西圖公司所發展出來的一種生物祛營養技術，該法除運用VIP法之原理外，亦運用廣用於活性污泥之改良法之一之階梯式曝氣(Step Aeration)技術，其結果為不但達到相同之祛除氮磷之目的，且亦兼具階梯式曝氣法之縮小水力停留時間的優點，從而能



在相同的土地面積內處理更多量的污水。

階梯式VIP法基本上係將反應槽分成數段串聯之水渠，各水渠又細分為厭氧區、缺氧區及好氧區，進流污水亦係分成數股分別自各段水渠之厭氧區進入反應槽，而迴流污泥則集中自第一水渠之缺氧區入口端流入。各水渠之三個反應區仍需用缺氧液迴流(ARCY)，但與傳統式VIP法不一樣的地方，在於其不需要有硝化液迴流(NRCY)泵浦，已由渠道重力流所替代。傳統式VIP法硝化及脫硝作用係在水池中一次完成，階梯式VIP法中硝化及脫硝作用則是分散在這數段水渠中逐步完成。

相較於傳統式VIP法，階梯式VIP法之優點包括：

- 反應槽容量約為傳統式VIP法之3/4至2/3。
- 不需要硝化液循環管線及抽水機。

而其缺點則為需要很多短距離的循環渠道系統，使分水技術要求更高。

## 五、處理流程

本污水處理廠進流污水經機械式粗攔污柵攔除大型固體物後，以進水泵站將污水揚升至機械式細攔污柵，後進入渦流式沈砂池進行除砂。污水經除砂後即流入初沈池沈澱懸浮性固體物，有機物污染物則利用柱塞流階梯式活性污泥曝氣法(詳圖5-1)去除之，未來提昇至氮磷去除時，則改變為傳統式VIP生物去除氮磷法(詳圖5-2)，並預留可操作成階梯式VIP法(詳圖5-3)之彈性。污水經活性污泥池與二沈池沈澱，再經加氯消毒後放流基隆河，部份處理水則經過濾，回用至廠內、澆灌、人工湖泊及造景等非接觸性用水。廢棄活性污泥經帶式濃縮後，與初沈污泥、濃縮浮渣一併帶濾式脫水，即與攔除物及砂礫一併運出廠外。為因應未來更嚴格之總氮總磷管制標準，本污水處理廠亦預留重力式快濾及濾前管中加藥功能。三階段處理流程詳圖5-4(a)、(b)、(c)、(d)，水力剖面(480,000CMD)詳圖5-5(a)(STEP FEED AERATION及STEP VIP)與圖5-5(b)(VIP)。

## 六、空間及平面配置

### 1. 配置原則

本污水處理廠廠區空間及平面配置原則如下：

- (1)採半地下化及隱蔽化設計，務求周界過往車輛及行人無法查覺其存在。
- (2)上部空間開闢為公園，回饋市民使用。
- (3)操作營運與上部回饋公園完全隔離互不干擾。

(4) 遵守飛航限高要求。

本污水處理廠用地位於台北航空站進場面 1:50限高區域(廠區東北半部，約5.5公頃)，及轉接面1:7限高區域(廠區西南半部，約2.2公頃)，經本專小組依本污水處理廠整地高程7公尺計算，進場面區域建築物限高為自地面起約10~15公尺高，而轉接面限高則約在17~33公尺之間。故任何地上結構物高度，皆須遵守此限高。

(5) 聯外道路動線通暢。

(6) 廠區配置緊密化、可維修化及安全化。

(7) 注重通風及緊急逃生設計。

(8) 採共同管廊設計。

(9) 納入無障礙空間設計。

(10) 與空軍防砲陣地共構。

## 2. 廠區劃分

本污水廠半地下化平面配置詳圖6-1，進流污水自廠區東南隅之八號道路南端處進廠，此可縮短甲幹管長度(增加乙幹管長度)以降低工程費用(因甲幹管管徑及埋深皆大於乙幹管)。因本污水處理廠採半地下化設計，故平面配置必須講求緊密化、可維修化及安全化。所謂「緊密化」，即講求減少處理廠空間需求，以降低建造成本；所謂「可維修化」；即在有限操作淨空及維修空間下，使各設施皆能有足夠的維修空間；而所謂「安全化」，即意味半地下化設施因屬密閉性空間，應特別講求通風、緊急應變及逃生之設計。

本污水廠各單元之平面配置，大致上可分為四區：(1) 前處理及固體物處理區；(2) 初級及二級處理區；(3) 消毒、放流、回收區及三級處理預留區；(4) 行政區(含變電站及緊急發電機房)。這種配置之好處除可縮小使用面積外，另有下列優點：

(1) 整廠所產生需運出之廢棄物，如攔除物、砂礫、脫水污泥等，可很容易的集中收集，同時整廠所需運入之化學藥品，如污泥濃縮脫水用之Polymer、臭味去除用之次氯酸鈉及苛性鈉等，亦可很容易的集中設置卸料站。

(2) 污水處理區相互緊靠，除可減少連接管線長度，節省水頭損失外，亦可使單元間之空間形成共同管廊，使空間做更有效之運用。

(3) 配合整廠地下化，使行政區採光所需之中庭面積能儘量減小，從而使地面上公園綠地面積增加。

## 七、回饋公園景觀設計

回饋公園以環境教育解說為規劃主題，利用寬厚的綠帶作為緩衝，隔絕週邊不同土地使用型態，創造獨立而美好的教育環境，本公園具有下幾項特色：

1. 於遊園路線配置各環境教育主題，提供中、小學生戶外教學，環境體驗之機會，環線上共配置下列各站：

- 小型動物觀察區
- 污水處理處理流程模型
- 水土保持模型
- 生態綠化／植物演替觀察區
- 堆肥場（以處理落葉枯枝成為有機肥）
- 生態池
- 飼鳥台／賞鳥牆
- 野花草原

2. 運動場地及設施以提供個人體能訓練或休閒娛樂為主，並藉本案所欲創造之環境，讓青少年感受於田野中運動之樂趣，園內提供下列設施：

- 多功能兒童遊戲場
- 原野體能訓練場：利用斜坡設置手動流籠、爬山梯及攀爬網
- 大草坪：玩飛盤與團體遊戲的好地方
- 戲水池：提供親水之機會

3. 飛機觀察及模型展示平台，乃是利用地下構造之高度，配合覆土方式來創造地形變化趣味的高潮，於土丘平台可以觀看松山機場飛機起飛、降落，並配合模型展示，必然會激起成人和兒童對飛行的興趣，並且對飛機有進一步之認識。土丘之位置乃利用建築物之高低形勢築成，避免覆土過深造成結構負荷過大。

4. 展示中心提供多媒體簡報系統，展示市政建設，使遊客能深刻瞭解台北市政發展。這個中心也可以作為本區及基隆河河濱公園之遊憩資訊服務中心。

5. 利用產生之土方堆積景觀土丘，創造地形變化，讓遊客於不知不覺中到達一定高程，步上連接河濱公園之天橋。此天橋除可供步行者外，亦可服務騎乘自行車之遊客。

6. 天橋上配置灌木、喬木複層植物，讓遊客彷彿身在林蔭大道中，不知不覺即跨天橋，故可稱之為「綠色天橋」。

7. 全區植物以鄉土樹種為主，採取生態綠化的方式，塑造適於動物覓食、棲息的條件，以創造良好之生態教育解說環境。

8. 多功能戶外廣場於假日或清晨可提供為土風舞、氣功、大極拳之練習場，一般時間則可作為環境教育教學解說之用。

9.停車場配置於基地北側，與鄰接道路高程相近，進入容易，對於公園來說，景觀衝擊最低。

本公園配置如圖7-1所示。

## 八、參考文獻

- (1)衛生處，「配合基隆河截彎取直新生地污水下水道工程規劃設計」期末規劃報告，台北(1994)。
- (2)Glen T. Daigger, Liliana M. Morales, James R. Borberg and G. David Waltrip, " Full-Scale and Pilot-Scale Experience with the VIP Process ", Presented at The First Australian Conference on Biological Nutrient Removal (BNRI)(1990)。
- (3)Daniel Nolasco, Glen T. Daigger, Joe Stephenson, Daiton Stafford and Gilles Patry, " An Innovative BNR Process Using a Modified Step Feed Configuration ", WEF Conference in California in 1993。

表 2-1 中區、迪化及民生污水處理廠進流水力尖峰係數統計

項 目		中 區	迪 化	民 生
平均日 (Daily)	水量, CMD	353,555	183,159	15,423
	尖峰係數	1.0	1.0	1.0
最大日 (Max)	水量, CMD	—	330,048	33,838
	尖峰係數	—	1.75	2.20
最大週 (Max)	水量, CMD	573,360	311,220	23,130
	尖峰係數	1.62	1.65	1.50
最大月 (Max)	水量, CMD	401,124	247,413	16,814
	尖峰係數	1.13	1.31	1.09
最小日 (Min)	水量, CMD	—	82,512	7,680
	尖峰係數	—	0.44	0.50
最小週 (Min)	水量, CMD	229,810	118,332	10,200
	尖峰係數	0.65	0.63	0.66
最小月 (Min)	水量, CMD	239,676	145,742	14,378
	尖峰係數	0.82	0.79	0.93

註：中區污水廠統計81年7月~83年6月操作紀錄  
 迪化污水廠統計81年9月~83年8月操作紀錄  
 民生污水廠統計81年9月~83年8月操作紀錄

表 2-2 中區、迪化及民生污水處理廠進流水質尖峰係數統計

進 流 水 質		中 區	民 生	迪 化	
生 化 廠	平均日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	47	148	88
		尖峰係數	1.0	1.0	1.0
	最大日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	53	190	145
		尖峰係數	1.87	1.28	1.65
	最大週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	180	122
		尖峰係數	—	1.22	1.39
	最大月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	53	167	109
		尖峰係數	1.34	1.13	1.24
	最小日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	92	51
		尖峰係數	—	0.62	0.58
	最小週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	104	67
		尖峰係數	—	0.70	0.76
最小月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	33	125	72	
	尖峰係數	0.70	0.84	0.82	
總 污 水 廠	平均日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	57	145	132
		尖峰係數	1.0	1.0	1.0
	最大日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	97	187	155
		尖峰係數	1.70	1.29	1.40
	最大週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	183	183
		尖峰係數	—	1.26	1.39
	最大月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	54	165	152
		尖峰係數	1.47	1.15	1.23
	最小日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	59	90
		尖峰係數	—	0.61	0.68
	最小週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	92	97
		尖峰係數	—	0.63	0.73
最小月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	43	111	103	
	尖峰係數	0.75	0.77	0.78	

表 2-2 中區、迪化及民生污水處理廠進流水質尖峰係數統計 (續1)

進 流 水 質		中 區	民 生	迪 化	
生 化 廠	平均日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	29	
		尖峰係數	—	1.0	
	最大日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	39
		尖峰係數	—	—	1.34
	最大週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	—
		尖峰係數	—	—	—
	最大月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	37
		尖峰係數	—	—	1.23
	最小日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	20
		尖峰係數	—	—	0.69
	最小週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	—
		尖峰係數	—	—	—
最小月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	21	
	尖峰係數	—	—	0.72	
總 污 水 廠	平均日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	4.2	—	3.9
		尖峰係數	1.0	—	1.0
	最大日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	7.4	—	7.8
		尖峰係數	1.75	—	2.0
	最大週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	—
		尖峰係數	—	—	—
	最大月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	6.0	—	7.3
		尖峰係數	1.43	—	2.0
	最小日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	2.3
		尖峰係數	—	—	0.59
	最小週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	—	—
		尖峰係數	—	—	—
最小月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	1.5	—	2.9	
	尖峰係數	0.36	—	0.74	

表 2-2 中區、迪化及民生污水處理廠進流水質尖峰係數統計 (續2)

進 流 水 質		中 區	民 生	迪 化	
生 化 廠	平均日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	24.3	22.6
		尖峰係數	—	1.0	1.0
	最大日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	29.0	29.0
		尖峰係數	—	1.19	1.28
	最大週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	23.5	28.0
		尖峰係數	—	1.17	1.24
	最大月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	28.5	27.5
		尖峰係數	—	1.15	1.22
	最小日	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	19.0	14.0
		尖峰係數	—	0.78	0.62
	最小週	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	19.0	15.5
		尖峰係數	—	0.78	0.69
最小月	溫度, $^{\circ}\text{C}$	—	20.9	17.1	
	尖峰係數	—	0.78	0.76	

表 2-3 本污水處理廠設計水管水量

水 量 及 水 質		第一階段	第二階段	第三階段	
進 流 (CMD)	平均日	150,000	150,000	240,000	
	最大日	246,000	246,000	393,600	
	最小日	97,300	97,500	156,000	
	最大週	300,000	300,000	480,000	
部 份 水 質	設 計	$\text{BOD}_5$ , $^{\circ}\text{C}$	185	185	185
		S.S., $^{\circ}\text{C}$	190	190	190
	水 質	$\text{NH}_3\text{-N}$ , $^{\circ}\text{C}$	20	20	20
		$\text{PO}_4\text{-P}$ , $^{\circ}\text{C}$	20	20	20
部 份 水 質	設 計	$\text{BOD}_5$ , $^{\circ}\text{C}$	$\leq 20$	$\leq 20$	$\leq 10$
		S.S., $^{\circ}\text{C}$	$\leq 20$	$\leq 20$	$\leq 10$
	水 質	$\text{NH}_3\text{-N}$ , $^{\circ}\text{C}$	—	$\leq 10$	$\leq 10$
		$\text{PO}_4\text{-P}$ , $^{\circ}\text{C}$	—	$\leq 4$	$\leq 4$
大腸菌數, 個/ml	$\leq 2000$	$\leq 2000$	$\leq 200$		

註：第一階段即進行部份回用至廠內、池潭及邊界井非接觸性回水，其回用水量為  $\text{BOD}_5 \leq 10\text{mg/l}$ , S.S.  $\leq 10\text{mg/l}$ , 大腸菌數  $\leq 200$  個/ml。

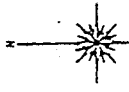
表 3-1 本污水处理成 BNR 法比较

方案	水力停留时间 (小时)				反应槽容积 (立方公尺)	平均电力 消耗 (KW)	进泥浓度	
	厌氧区	缺氧区	好氧区	总计			缺氧液进泥 (ARCY)	硝化液进泥 (NRCY)
MUCT	1.2	1.2	6.0	8.4	70,000	1640	要	要
VIP	1.0	1.0	5.5	7.5	62,500	1590	要	要
阶梯式VIP	0.8	1.7	3.5	6.0	50,000	1575	要	不要

注：处理标准为200,000CMD。

表 3-2 Nonsemond 逐月平均操作资料分析

项目	Aug,93	Sep,93	Oct,93	Nov,93	Dec,93	Jan,94	Feb,94	Mar,94	Apr,94	May,94	Jun,94	Jul,94	Aug,94	Average	
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	进液	230	216	240	241	235	199	211	164	214	237	255	261	213	224
	出液	4.0	3.0	3.0	5.0	7.0	11.0	15.0	15.0	6.0	4.0	5.0	5.0	4.0	6.7
	去除率	98%	99%	99%	98%	97%	94%	93%	91%	97%	98%	98%	98%	98%	97%
TSS (mg/l)	进液	166	153	167	164	166	162	163	147	171	170	180	188	163	167
	出液	5.0	5.0	7.0	4.0	7.0	9.0	20.0	14.0	7.0	7.0	8.0	5.0	6.0	8.0
	去除率	98%	97%	96%	98%	96%	94%	88%	90%	96%	96%	96%	97%	96%	95%
TP (mg/l)	进液	5.7	6.2	6.9	6.4	6.2	5.4	5.7	4.7	6.1	6.2	6.5	6.1	6.0	6.0
	出液	2.07	1.99	1.81	1.45	1.23	1.24	1.45	0.97	1.25	1.92	1.67	1.78	1.89	1.59
	去除率	64%	68%	74%	77%	80%	77%	75%	80%	80%	69%	74%	71%	69%	74%
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	进液	27.0	25.0	30.0	29.0	29.0	24.0	23.0	19.0	25.0	29.0	28.0	30.0	25.0	26.5
	出液	0.5	0.6	0.5	0.2	4.0	10.8	11.2	8.6	6.3	0.4	0.6	0.4	1.4	3.5
	去除率	98%	98%	98%	99%	86%	55%	51%	55%	75%	99%	98%	99%	95%	87%
流量(CMD)	35,545	33,993	33,766	32,857	34,031	38,611	41,002	51,936	41,526	37,302	36,756	37,968	39,671	38,125	
温度(°C)	26.0	26.0	23.0	19.0	16.0	12.0	12.0	13.0	16.0	19.0	23.0	26.0	26.0	19.8	
pH	6.9	6.9	7.0	6.8	6.9	7.1	7.2	7.0	6.9	7.0	6.9	6.9	6.9	7.0	



0 400 800M

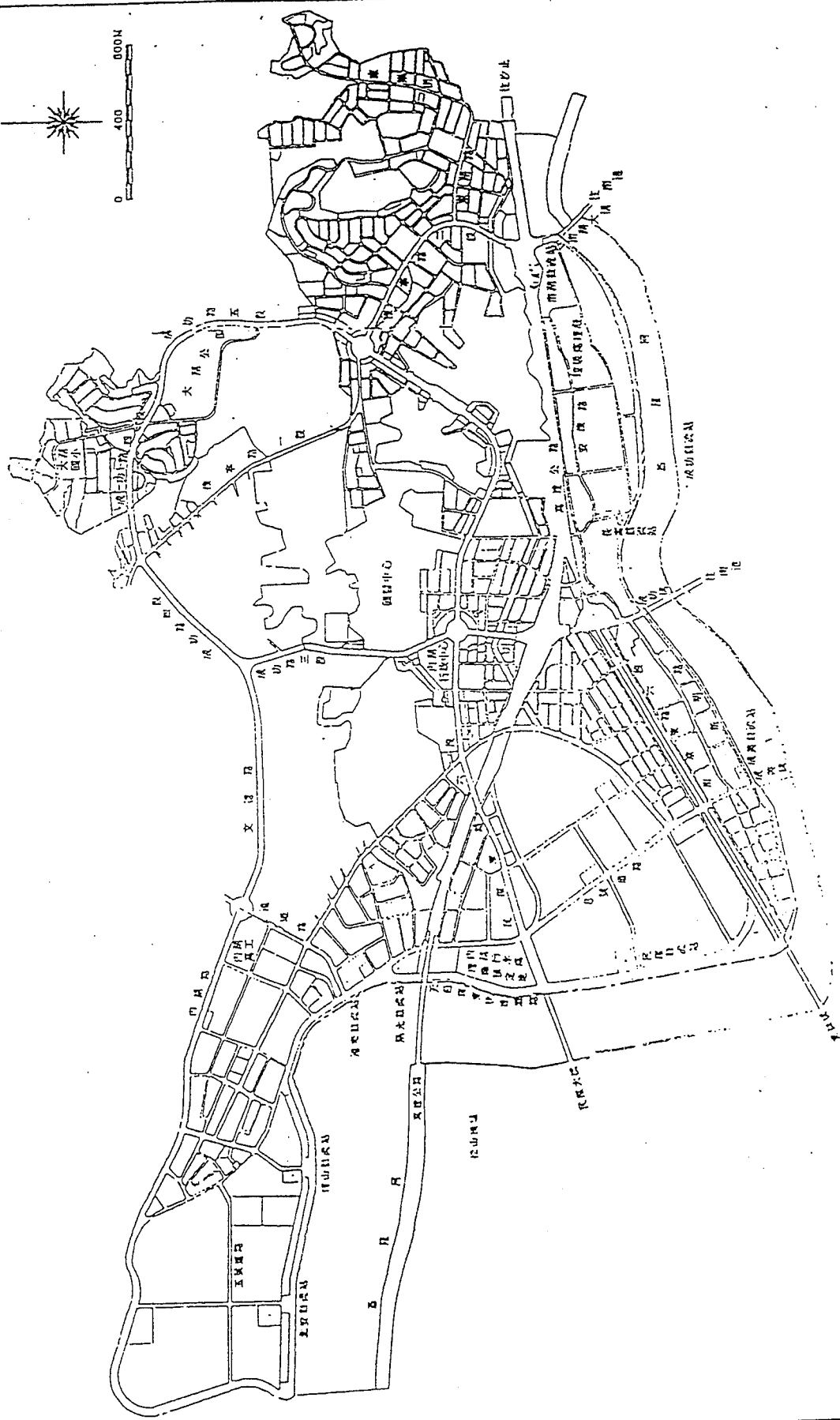


圖 1-1-1 本計畫範圍圖

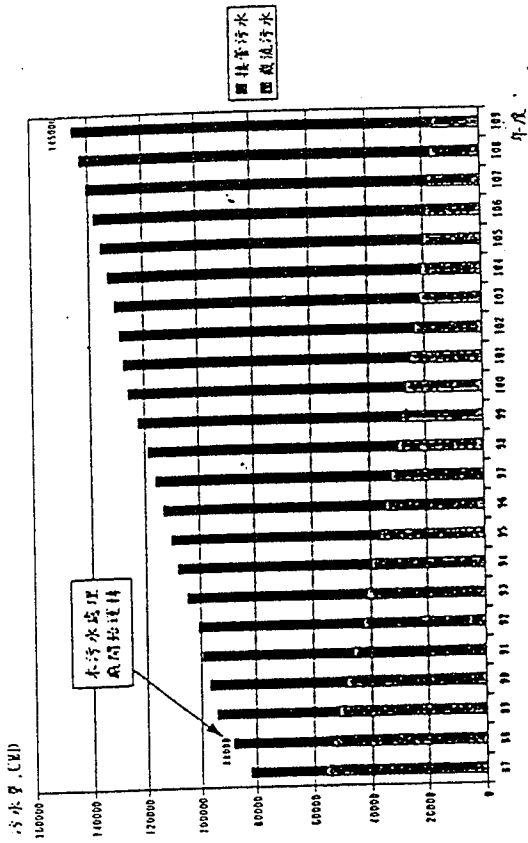


圖 2-1 截流與接管晴天污水量消長圖

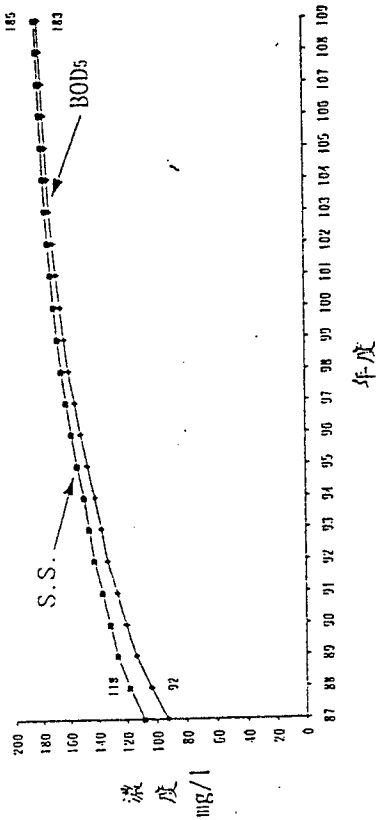


圖 2-2 進流水BOD5及S.S.變化圖

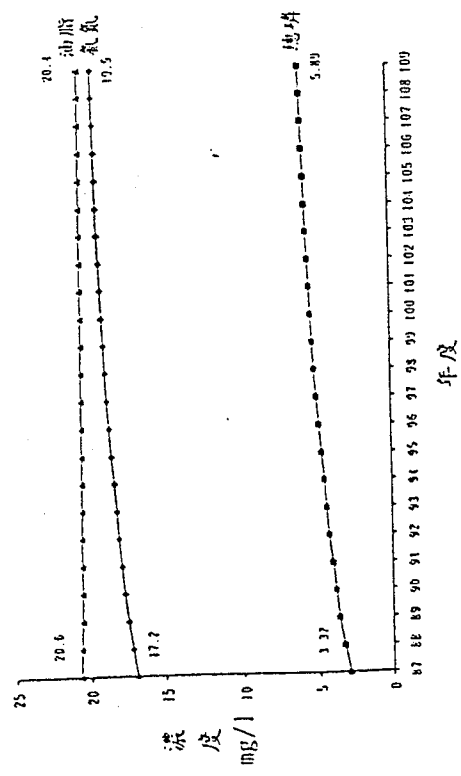


圖 2-3 進流水氫氣、總磷及油脂變化圖

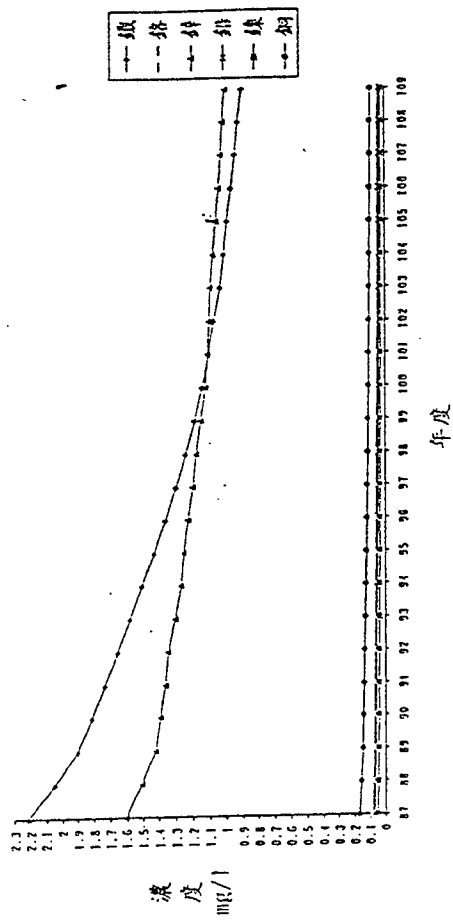


圖 2-4 進流水重金屬變化圖



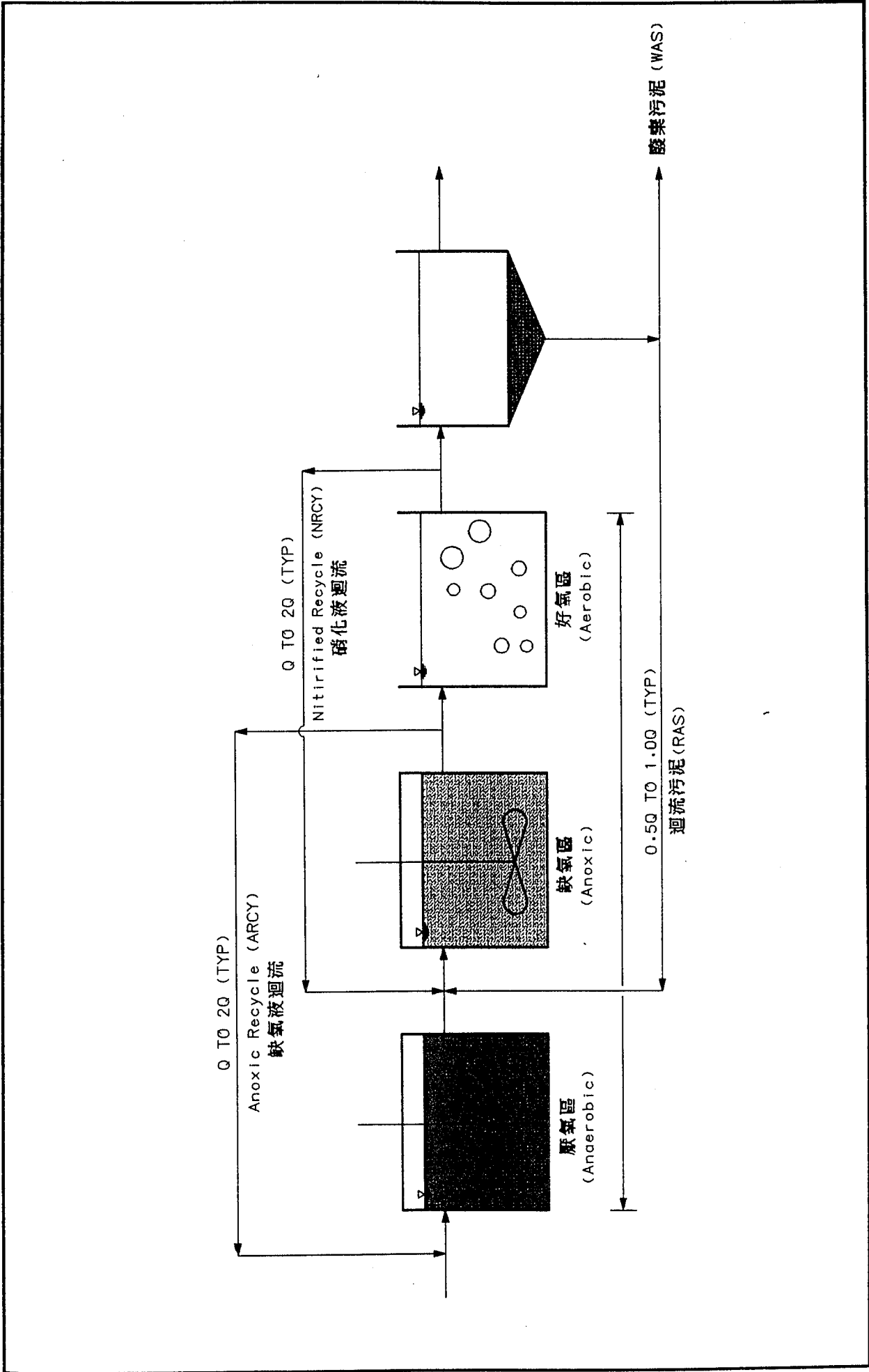
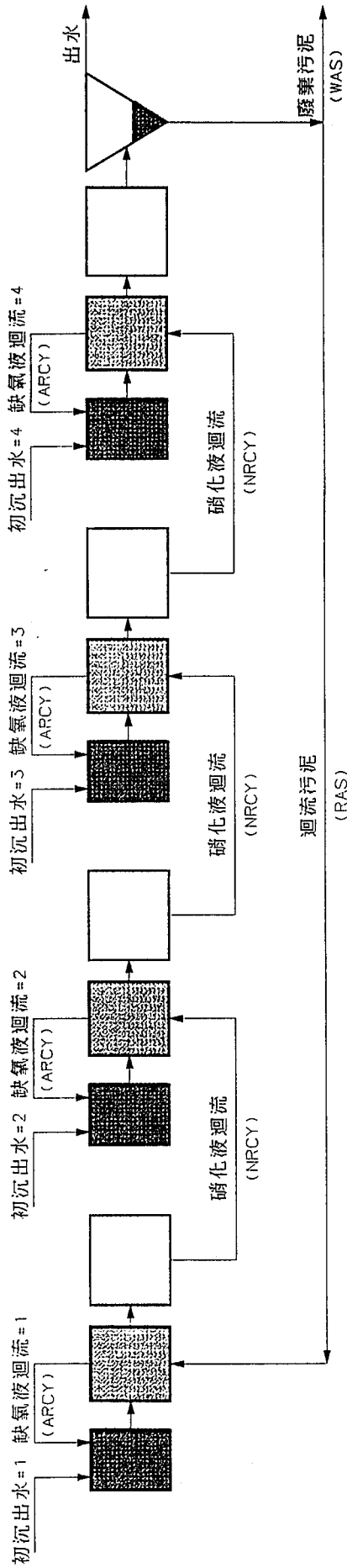


圖 4 -1 VIP 法流程示意圖



迴流污泥 (RAS)



圖 4 -2 階梯式VIP流程

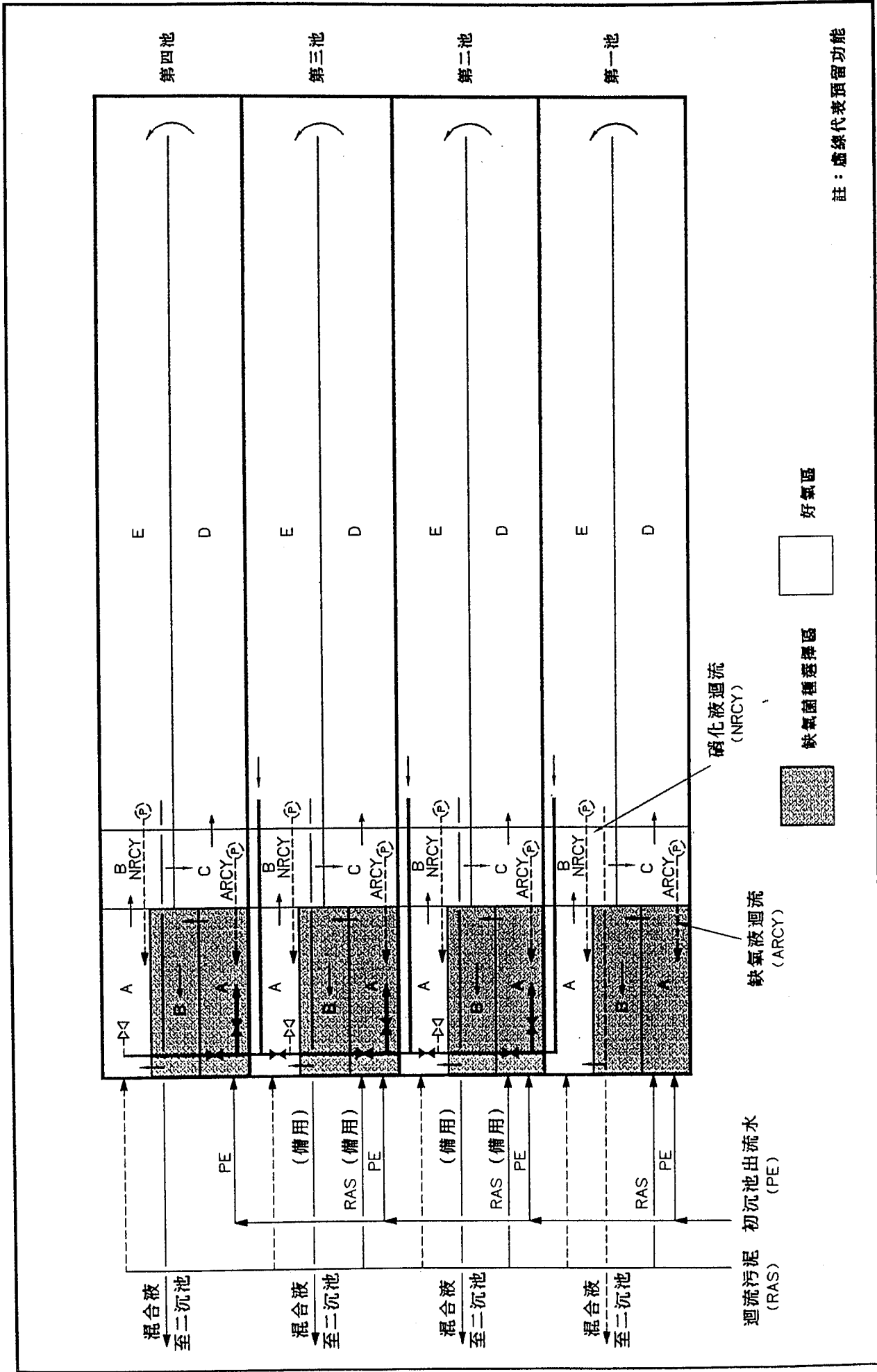


圖 5 -1 柱塞流階梯式曝氣法流程示意圖

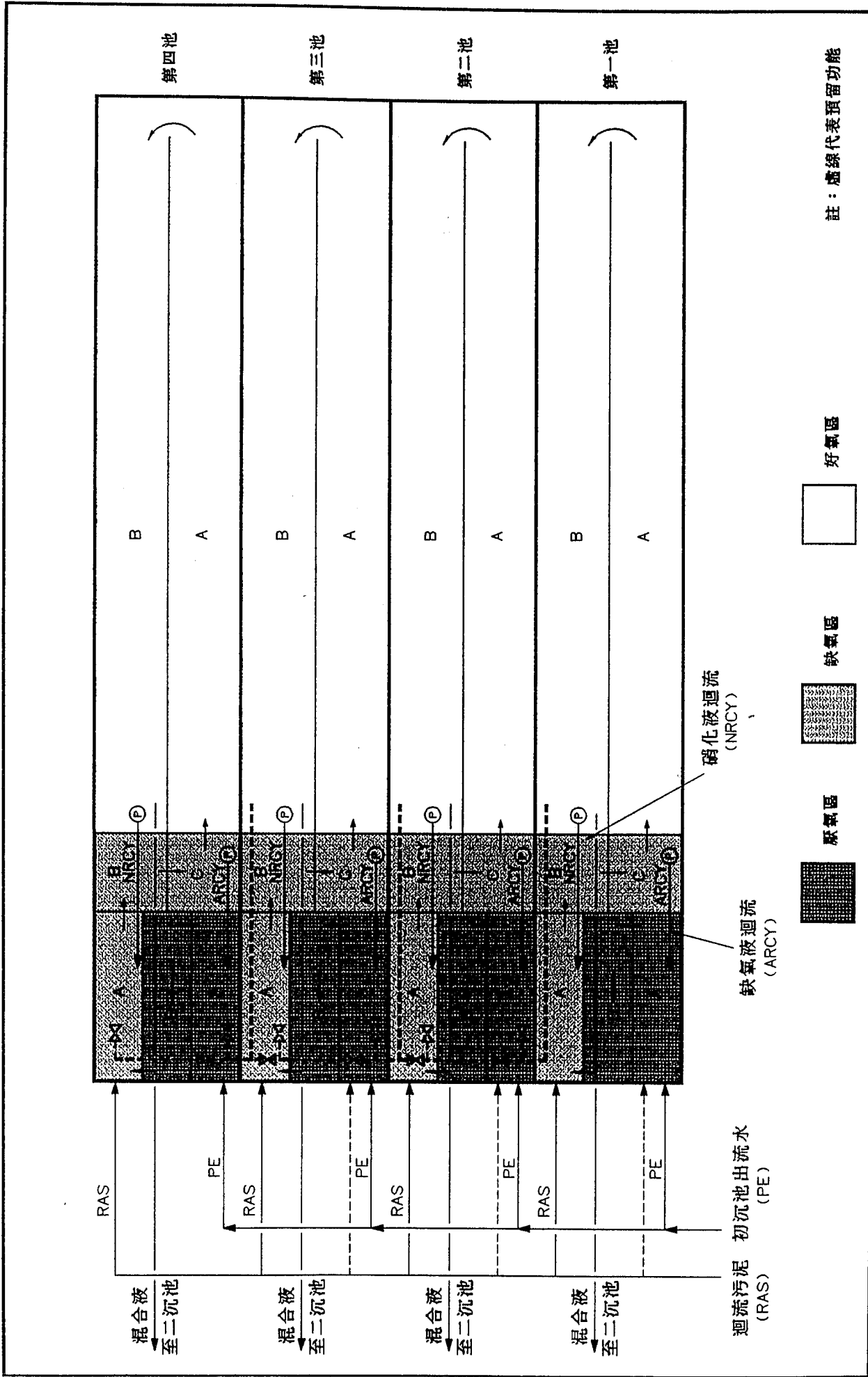


圖 5 - 2 傳統式VIP法流程示意圖

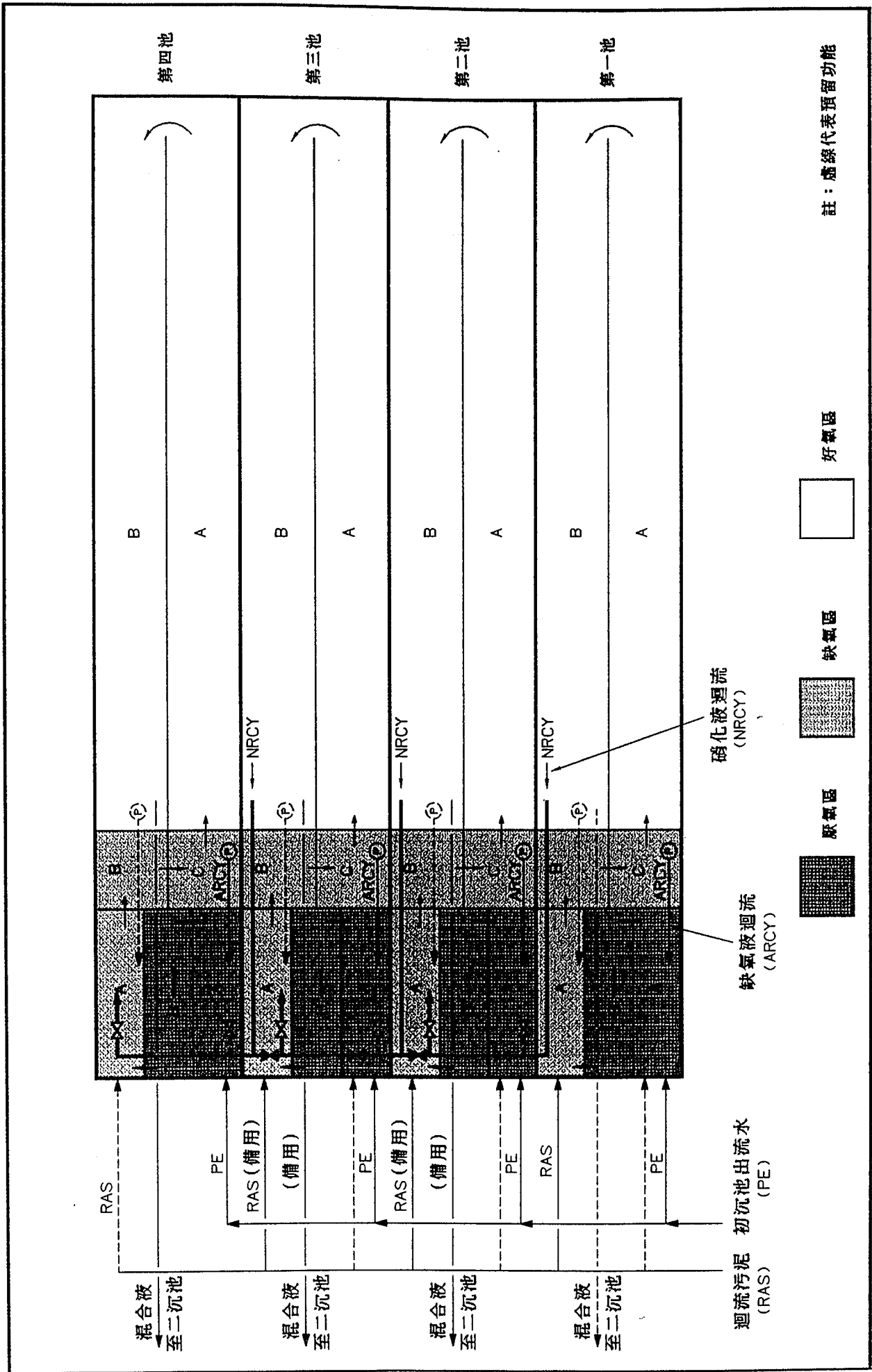
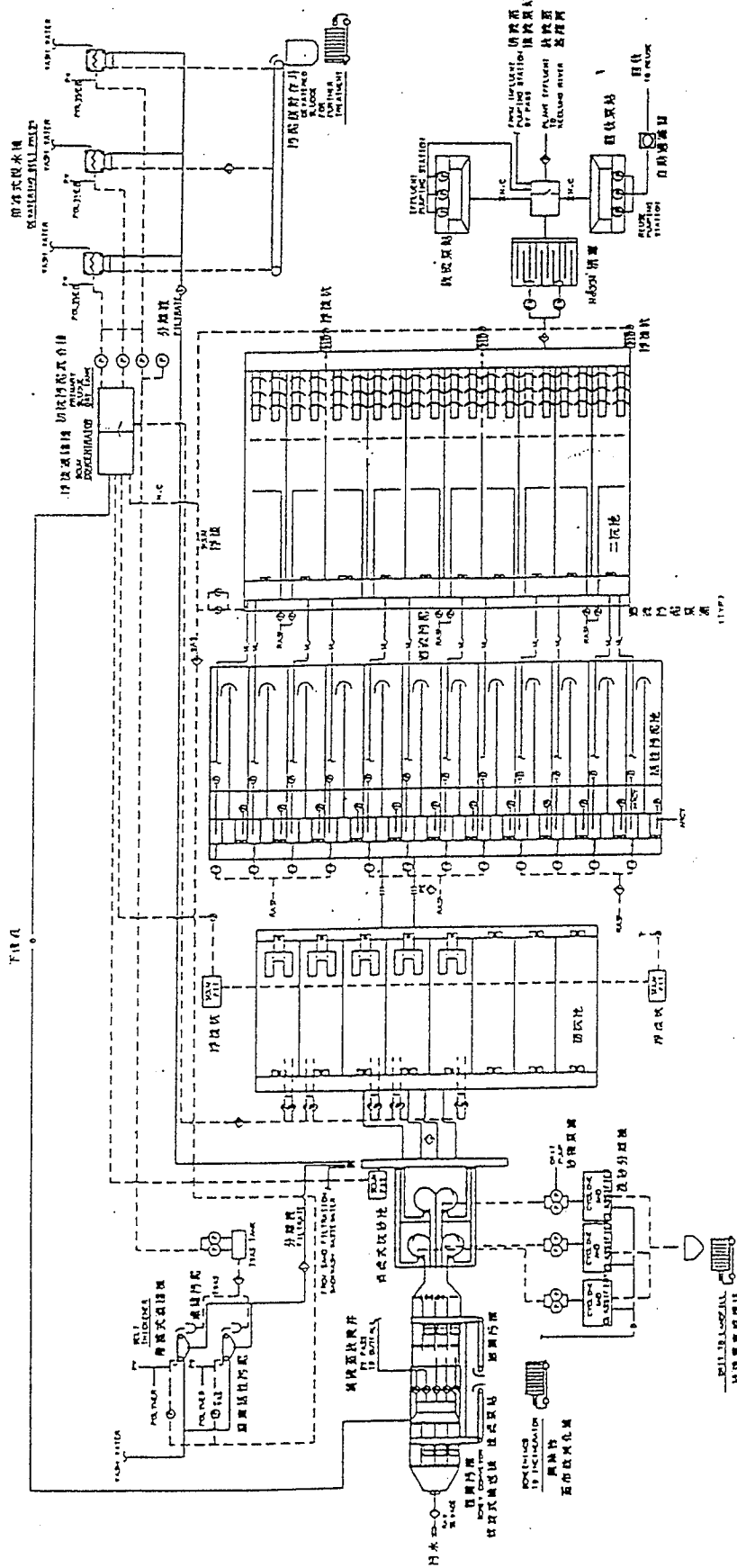


圖 5 - 3 階梯式VIP法流程示意圖

下段



—— 浮泥、浮渣、異味物、砂質  
 - - - - - 污水

圖 5-4 (a) 處理流程圖 (第一階段)

衛生局 工程科	衛生下水道工程	內政部水利委員會工程	第一階段	圖名	圖號	日期	頁數
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					
		第一階段					



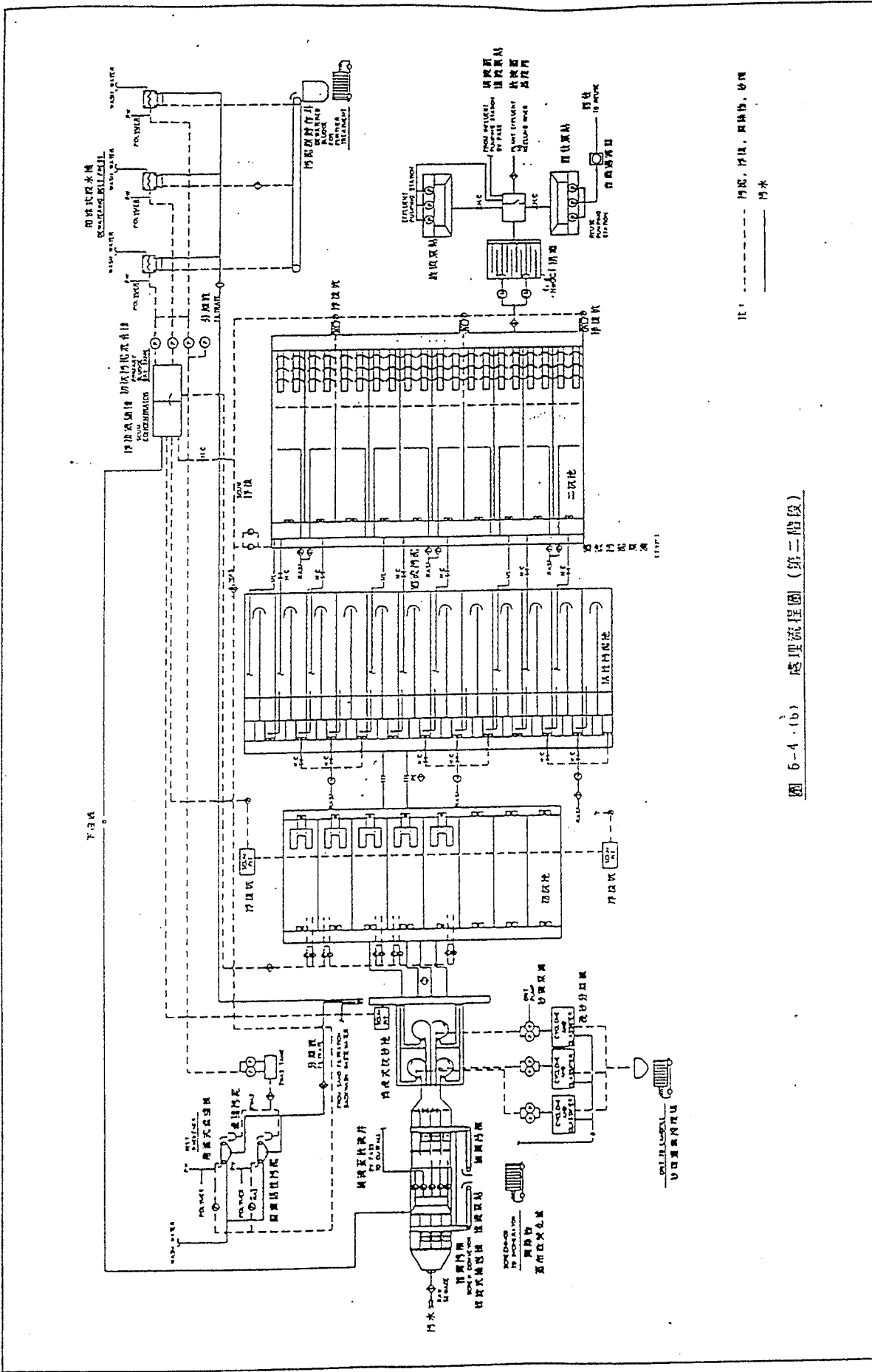
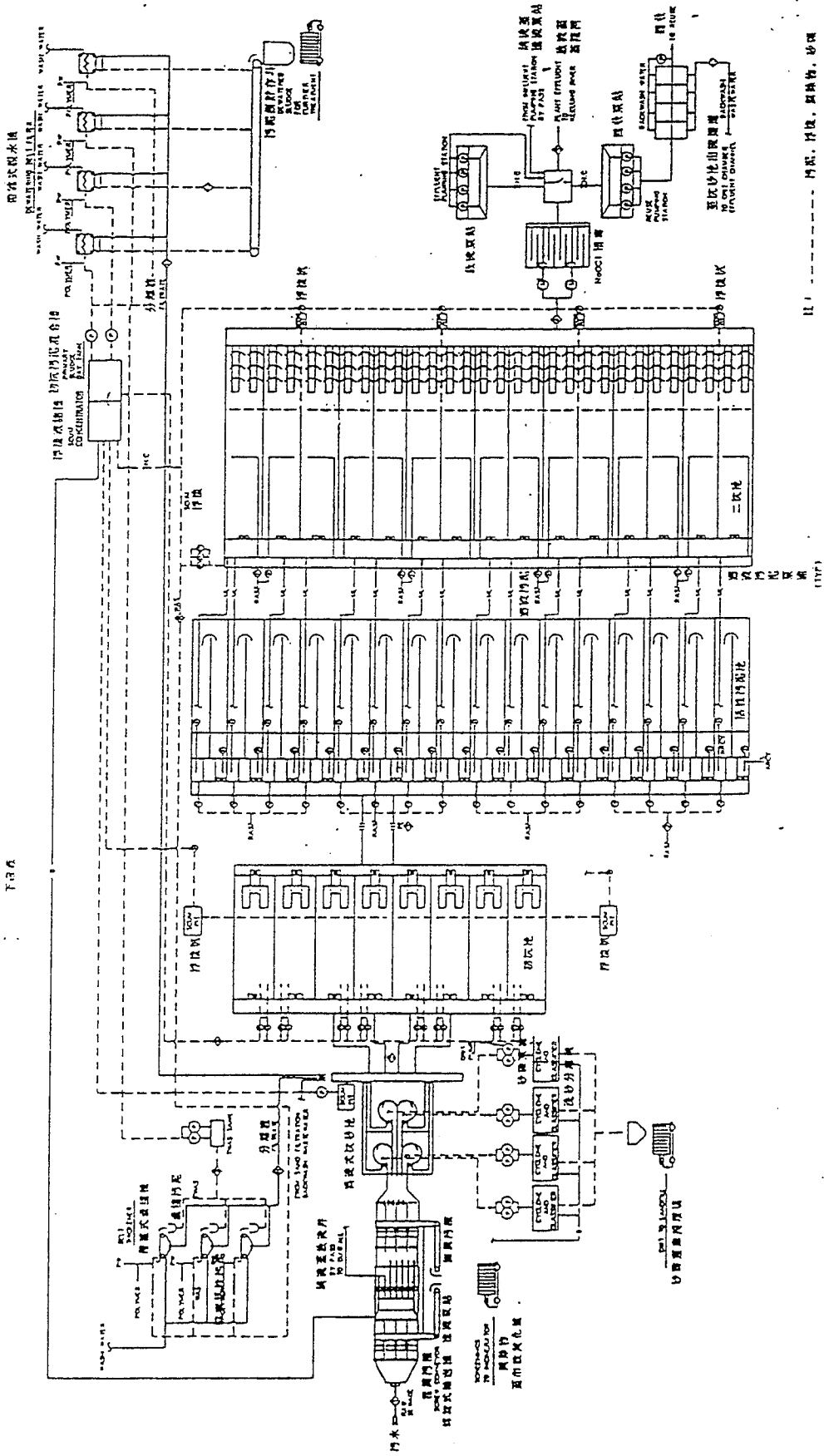


图 5-4 (b) 处理流程图 (第二阶段)

	北京市政工程设计研究所 市政设计所 (第三阶段)	北京市政工程设计研究所 市政设计所 (第三阶段)	北京市政工程设计研究所 市政设计所 (第三阶段)
	北京市政工程设计研究所 市政设计所 (第三阶段)	北京市政工程设计研究所 市政设计所 (第三阶段)	北京市政工程设计研究所 市政设计所 (第三阶段)



FIG. 6-4

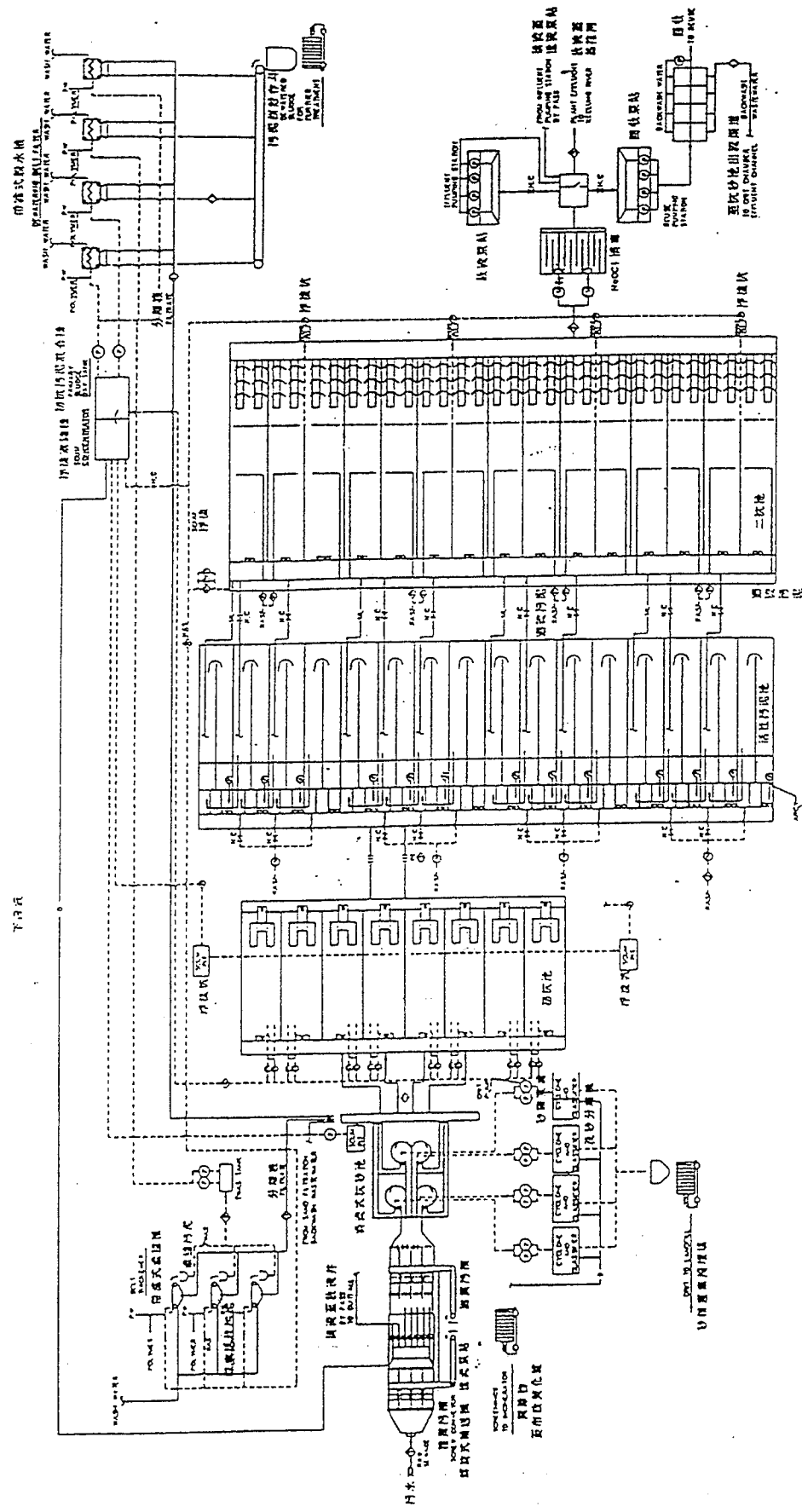


注: 1. 內線, 外線, 實線, 砂泥  
2. 內線, 外線, 實線, 砂泥

圖 6-4 (c) 處理流程圖 (第三階段)


圖名	內湖污水處理廠工程
圖號	二二二二二二
設計	內湖污水處理廠工程
繪圖	內湖污水處理廠工程
校核	內湖污水處理廠工程
審核	內湖污水處理廠工程
日期	內湖污水處理廠工程

下段



注: ..... 污泥, 浮渣, 異物等, 砂渣  
 —— 污水

圖 6-4 (d) 處理流程圖 (第三階段, 前置STEP VIP法)

編者 工程師 衛生 下水 工程 設計 工程 師	 內 湖 污 水 處 理 廠 工 程 師 設計 院 內 湖 污 水 處 理 廠 工 程 師 STEP VIP 法 (前置STEP法)	圖 號 圖 名 圖 例 圖 示 圖 說	圖 號 圖 名 圖 例 圖 示 圖 說
		圖 號 圖 名 圖 例 圖 示 圖 說	圖 號 圖 名 圖 例 圖 示 圖 說

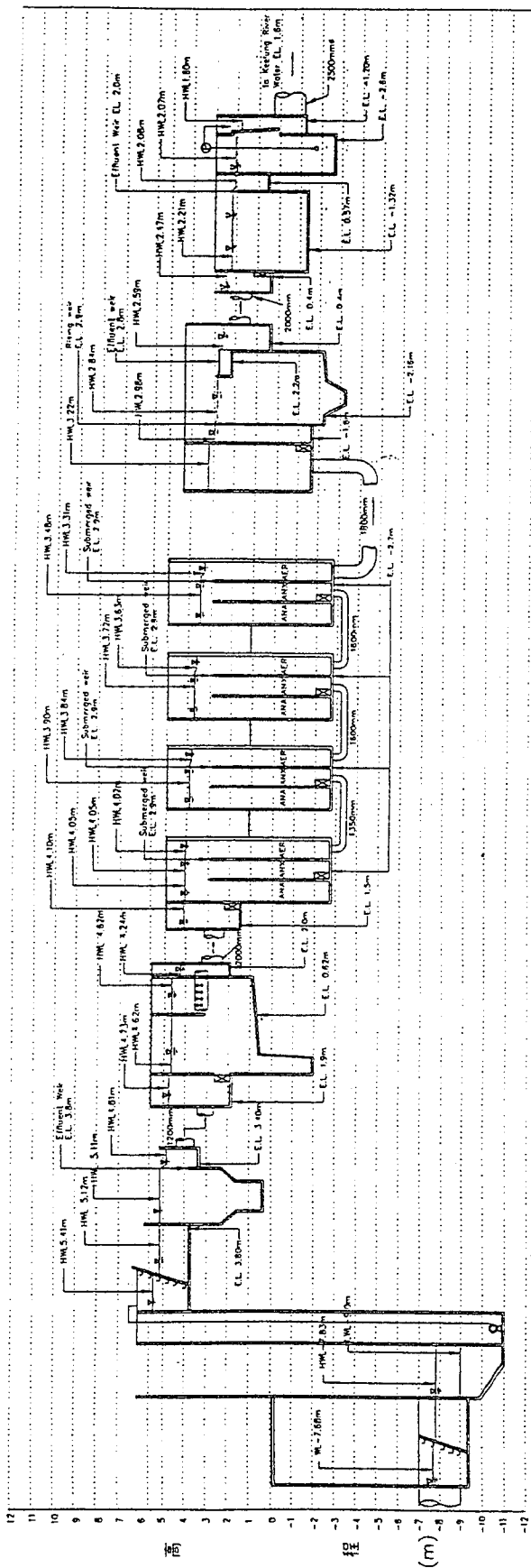

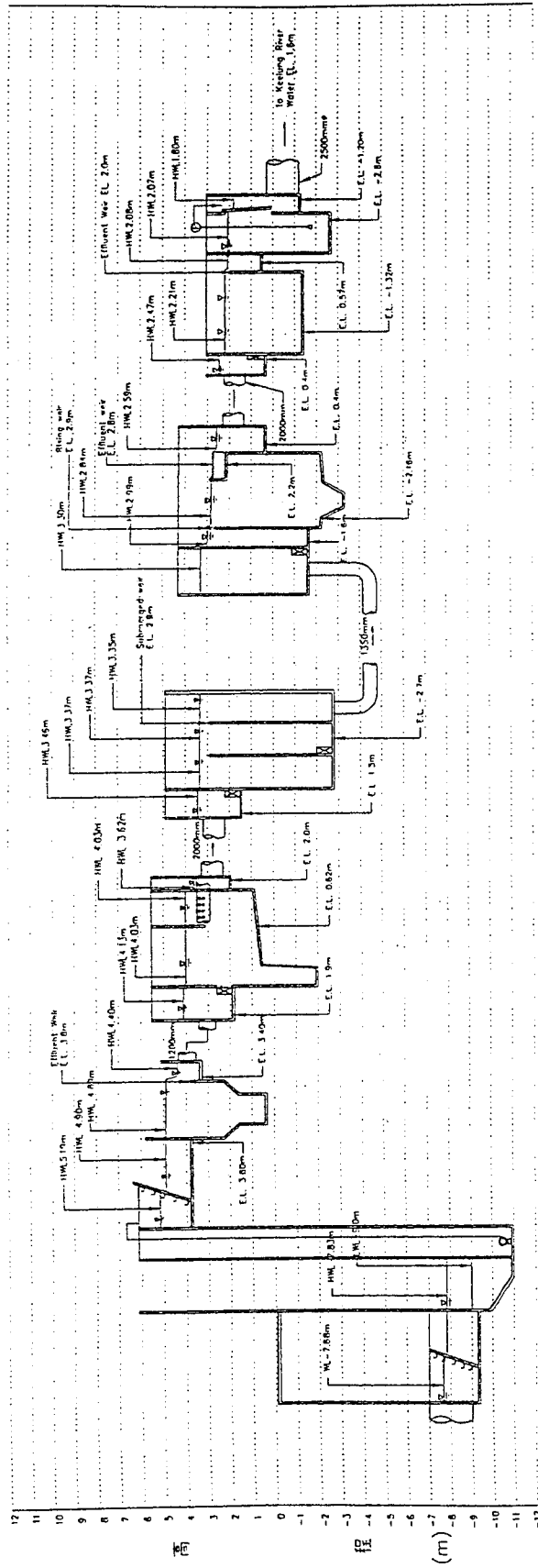


圖 5-5(a) 廠區水力剖面圖 (STEP VP)

HYDRAULIC PROFILE  
(STEP VP)

Coarse Pumping Station      Fine Screen Chamber      Vortex Grit Chamber      Primary Sedimentation Tank      Aeration Tank      Chlorine Contact Chamber      Secondary Sedimentation Tank      Pumping Station

台北市 工務局 衛生下水道工程處												 誠信工程建築有限公司 SINCERE ENGINEERING & CONSTRUCTION CO., LTD.	內湖污水處理廠工程 廠區水力剖面圖						
												圖號 圖名 比例 日期 設計 校對 繪圖 審核 監工							

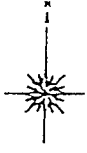


Coarse Pumping Station    Fine Screen    Vortex Gril Chamber    Primary Sedimentation Tank    Aeration Tank    Secondary Sedimentation Tank    Chlorine Contact Chamber    Pumping Station

圖 5-6 (b) 廠區水力剖面圖 (VP)

HYDRAULIC PROFILE (VP)

台北市政府 工務局	衛生下水道工程處	圖號	日期	比例	圖名	設計	校核	繪圖	審核	日期
					內政部下水道管理工程					
					廣盛水力剖面					



0 75 150  
SCALE: 1:2000

1. 粗細污柵
2. 進流泵站
3. 細細污柵
4. 沈砂池
5. 初比池
6. 厭氧區
7. 缺氧區
8. 好氧區
9. 二比池
10. 加氯消毒單元
11. 回收泵站
12. 回收過濾單元
13. 次氯酸鈉消毒單元
14. 放流泵站
15. 污泥濃縮
16. 污泥脫水
17. 管理中心
18. 管廊
19. 鼓風機室
20. 除臭室
21. 變電站
22. 維修室

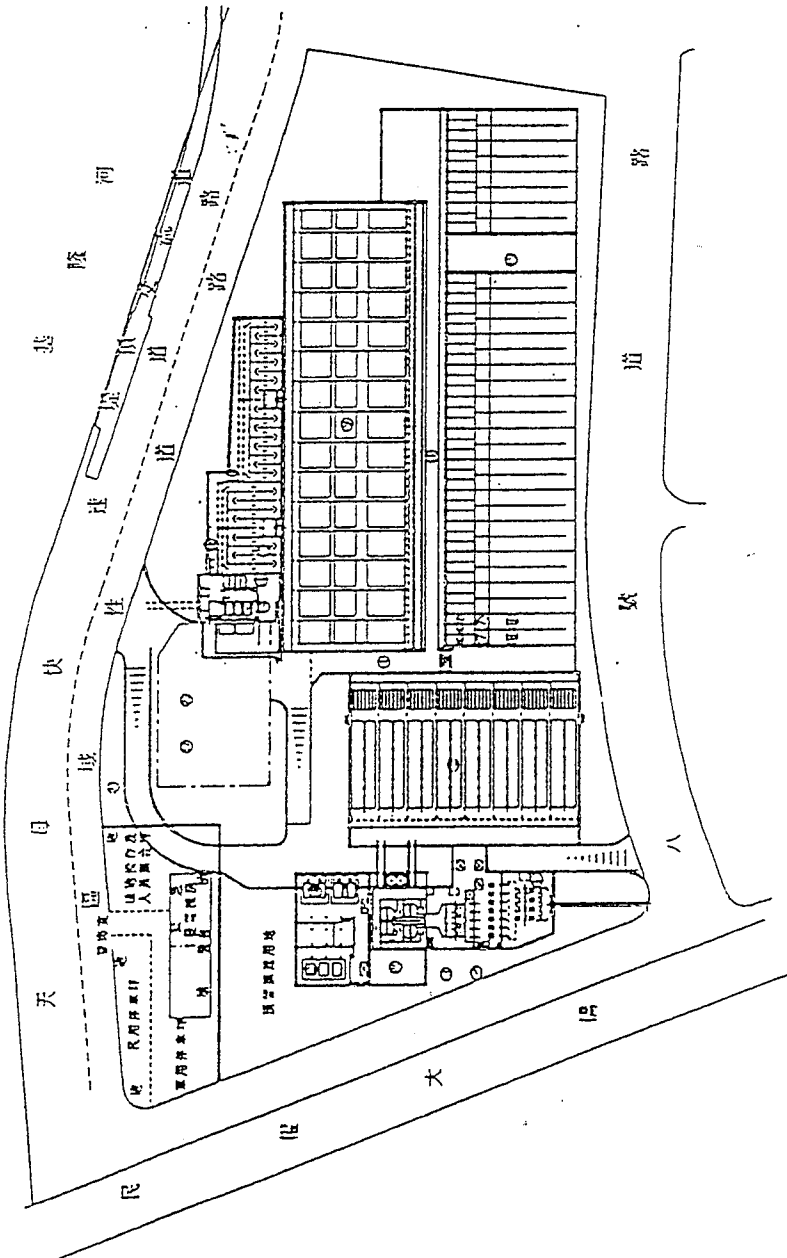


圖 6-1 半地下化平面配置圖

工程名稱	內湖污水處理廠工程
設計單位	內湖污水處理廠工程設計所
設計日期	
設計人	
校對人	
審核人	
批准人	
圖號	圖 6-1
比例	1:2000
日期	
頁數	1/1

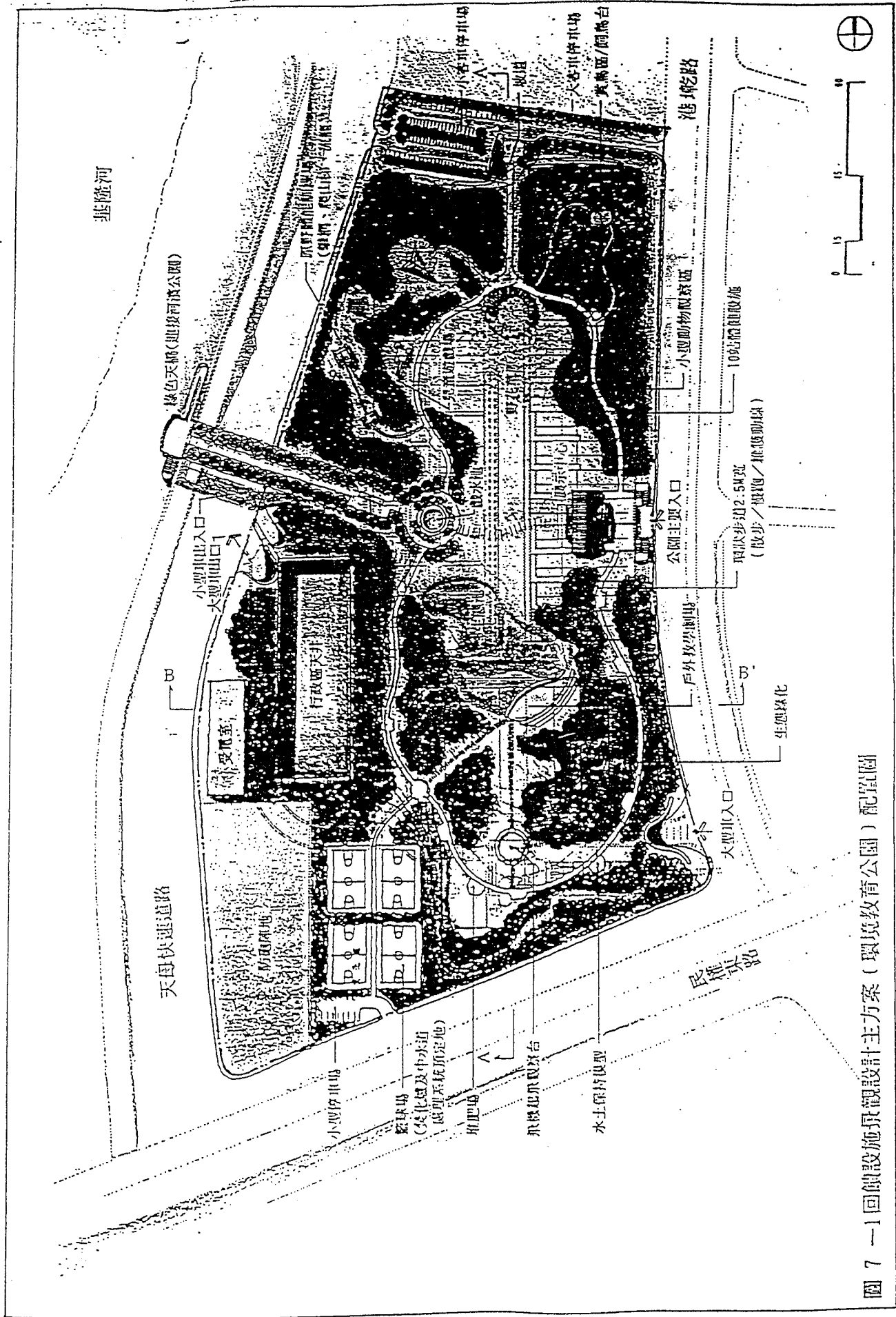


圖 7-1 回饋設施景觀設計主方案(環境教育公園)配置圖