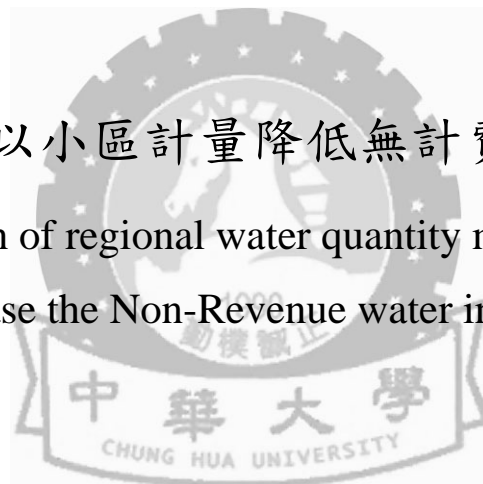


中 華 大 學

碩 士 論 文

台北自來水以小區計量降低無計費水量之研究

The utilization of regional water quantity measurement to
decrease the Non-Revenue water in Taipei



系 所 別：營 建 管 理 研 究 所

學 號 姓 名：M09416041 俞立平

指 導 教 授：石 晉 方 博 士

中 華 民 國 九 十 六 年 八 月

摘要

關鍵詞：小區計量、管網改善、無費用水、售水率

民國 65 年開始積極建設之後，台灣地區自來水輸配水管的總長度已逾 50,000 公里，就給水工程建設而言，建設進度堪稱迅捷。但工程品質卻因進度的追求而鬆懈，以致於供水管線系統的嚴整性較差，導致漏水率偏高，歷年來台灣地區「無費用水」的比率皆高居 30% 以上，約為日本的 3.5 倍。自來水售水率偏低，僅達 65% 左右，主要係受上述無費用水量比例過高的影響，約佔了三分之一的供水量

台灣地區自來水管線漏水率偏高的主要原因，應在於管線布設規劃不周延與埋設施工品質不良；其次是管線周邊環境條件造成的影響。其所轄區域管線複雜，又連成管網，如進行徹底之分區計量有其困難性，另以小區檢測無論是直接法或間接法都有其缺點；因此擷取此二項方法特點進行「小區計量」以改善漏水率的問題。

本研究探討運用案例針對其執行成果做比較分析後，證實透過小區計量作業之執行能有效掌握影響無計費水量之因素，透過進行管網改善後無計費水量明顯降低，售水率分別由 47%、67%、58% 提高至 86%、87%、92%。

ABSTRACT

**Key words: regional water quantity measurement ,
improvement of network 、unaccounted-for water 、revenue water
percentage**

Since 1976, the water distribution of water supply in Taiwan has been constructed actively, the over length of the (water distribution) pipes are in excess of 50,000 kilometers. As far as water supply engineering is concerned, the progression of constructing is quickly and rapidly. However, because of pursuing for better efficiency, the quality of water supply engineering become slack, such that the preciseness of the water supplying piping lines system is relatively dreadful, and the rate of leakage is going up relatively high level. In the pass few years, the percentage of unaccounted-for water in Taiwan is about 33% or so, wherein the rate of leakage in Taiwan is approximately 3.5 times than that in Japan. Besides, the water-sold percentage of water system is relatively low, such as 65% or below, and the reason was resulted from the percentage of unaccounted-for water are too high, such the amount is about 33%.

The percentage of leakage of water supply in Taiwan is very high, the main reason is: the programming of pipe arrangement is undistributed yet, additionally, at the mean while, the quality of construction of laying down is not good as well. More than that, the environment conditions may result in great influence on the pipes. With regard to the regional pipes and the network whereas connect from one to another are extremely complicated, thus it's very difficult if they need to apply regional water

measurement entirely; alternatively, with regional detection, neither apply it directly nor indirectly, there're still several disadvantages exist of their own. Thus, in order to enhance the problems of leakage, the present study is disclosed the regional water quantity measurement.

The present study utilizes some cases and applies their consequence directly for doing comparisons and analyses, wherein by performing regional water quantity measurement can we control the main factors affected by the amount of unaccounted-for water; with the improvement of the network, apparently the amount of unaccounted-for water may get lower down little by little. Each of the revenue water percentage is improved separately from 47%、67% and 58% up to 86%、87% and 92%.



目 錄

第一章 序論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍.....	2
1.4 研究方法.....	3
1.5 研究流程.....	4
第二章 降低無計費水量之各種方式之探討.....	5
2.1 自來水漏水因素.....	5
2.1.1 自來水漏水定義.....	5
2.1.2 自來水漏水發生原因.....	5
2.1.3 自來水漏水檢測原理.....	9
2.1.4 影響自來水漏水檢測之因素.....	10
2.2 壓力控制法.....	13
2.3 被動修漏法.....	13
2.4 定期聽音法.....	13
2.5 分區計量法.....	13
2.6 小區測漏法.....	14

2.7 降低無計費水量之各種方式比較探討	14
第三章 臺北自來水事業處小區計量規劃與執行	18
3.1 小區計量簡介.....	18
3.2 小區計量作業流程.....	19
3.2.1 成立工作小組.....	21
3.2.2 作業區塊選定及調整	21
3.2.3 建立區塊基本資料.....	22
3.2.4 裝設流量計.....	23
3.3 研究區域基本資料.....	24
第四章 小區計量降低無計費水量之成果比較	34
4.1 區塊售水率.....	34
4.2 售水率偏低要因分析.....	36
4.3 小區計量降低無計費水量之作業成果	38
4.3.1 興隆路 2 段 96 巷家美社區區塊	38
4.3.2 木柵路 4 段 159 巷區塊	42
4.3.3 仁愛路、敦化南路區塊	47
4.3.4 三區塊成果比較.....	51
4.4 效益分析.....	54
第五章 結論與建議	58
5.1 結論.....	58

5.2 貢獻.....	58
5.3 建議.....	59
參考文獻.....	60



表 目 錄

表 2.1 以「控制的方式」對降低無計費水量之方式比較	15
表 2.2 以「檢測原理」對降低無計費水量在現場實務作業上差異比較	16
表 2.3 以「效率」對降低無計費水量之方式比較	16
表 3.1 台北自來水事業處南區小區計量區塊基本資料	23
表 3.2 興隆路 2 段 96 巷家美社區小區計量區塊基本資料	25
表 3.3 木柵路 4 段 159 巷小區計量區塊基本資料	28
表 3.4 仁愛路、敦化南路小區計量區塊基本資料	31
表 4.1 家美社區流量紀錄統計.....	35
表 4.2 木柵路 4 段 159 巷流量紀錄統計.....	35
表 4.3 仁愛路、敦化南路流量紀錄統計.....	36
表 4.4 北水處歷年配水量、售水率及每人每日用水量綜合表	36
表 4.5 家美社區區塊執行配水、給水管線改善施工長度表	39
表 4.6 家美社區區塊執行配水、給水管線改善完成長度表	39
表 4.7 家美社區執行配水、給水管線改善汰換率	39
表 4.8 家美社區區塊執行配水、給水管線改善資料表	40
表 4.9 木柵路 4 段 159 巷區塊作業執行施工長度	43

表 4.10 木柵路 4 段 159 巷區塊執行配水、給水管線改善完成長度表	44
表 4.11 木柵路 4 段 159 巷區塊執行配水、給水管線改善汰換率	44
表 4.12 木柵路 4 段 159 巷區塊執行配水、給水管線改善資料表	44
表 4.13 仁愛路、敦化南路區塊作業執行配水、給水管線改善施工長 度表.....	48
表 4.14 仁愛路、敦化南路區塊執行配水、給水管線改善完成長度表	48
表 4.15 仁愛路、敦化南路區塊執行配水、給水管線改善汰換率	49
表 4.16 仁愛路、敦化南路區塊執行配水、給水管線改善資料表	49
表 4.17 三區塊執行配水、給水管線改善完成長度比較表	51
表 4.18 三區塊執行配水、給水管線改善汰換率	52
表 4.19 三區塊作業執行配水、給水管線改善施工長度比較表	52
表 4.20 北水處歷年配水量、售水率及每人每日用水量綜合表	55
表 4.21 台北自來水事業處現行水價架構.....	56
表 4.22 北水處財物標準分類.....	56
表 4.23 三區塊因採用小區計量而減少漏水量統計表	57

圖 目 錄

圖 1.1 研究流程圖.....	4
圖 2.1 漏水方式示意圖.....	7
圖 2.2 漏水件數原因分析.....	8
圖 2.3 龜裂管種分析.....	8
圖 2.4 腐蝕管種分析.....	9
圖 3.1 小區計量理論模型圖.....	18
圖 3.2 小區計量區域封閉示意圖.....	19
圖 3.3 台北自來水事業處南區小區計量作業流程圖	20
圖 3.4 家美社區改善前給水管材質比例圖.....	26
圖 3.5 家美社區改善前配水管材質比例圖.....	26
圖 3.6 家美社區小區計量區塊範圍圖.....	27
圖 3.7 木柵路 4 段 159 巷改善前給水管材質比例圖	29
圖 3.8 木柵路 4 段 159 巷改善前配水管材質比例圖	29
圖 3.9 木柵路 4 段 159 巷小區計量區塊範圍圖	30
圖 3.10 仁愛路、敦化南路改善前給水管材質比例圖	32
圖 3.11 仁愛路、敦化南路改善前配水管材質比例圖.....	32
圖 3.12 仁愛路、敦化南路小區計量區塊範圍圖	33

圖 4.1 三區塊於小區計量作業執行前平均售水率	34
圖 4.2 售水率偏低要因分析圖.....	37
圖 4.3 影響無計費水量改善前柏拉圖.....	38
圖 4.4 家美社區區塊不銹鋼給水管管線改善汰換率	40
圖 4.5 家美社區區塊石墨延性鑄鐵配水管管線改善汰換率	41
圖 4.6 家美社區區塊售水率.....	41
圖 4.7 家美社區區塊階段改善前後售水率.....	42
圖 4.8 木柵路 4 段 159 巷區塊不銹鋼給水管管線改善汰換率	45
圖 4.9 木柵路 4 段 159 巷區塊石墨延性鑄鐵配水管管線改善汰換率	45
圖 4.10 木柵路 4 段 159 巷區塊售水率.....	46
圖 4.11 木柵路 4 段 159 巷區塊階段改善前後售水率.....	46
圖 4.12 仁愛路、敦化南路區塊不銹鋼給水管管線改善汰換率	49
圖 4.13 仁愛路、敦化南路區塊石墨延性鑄鐵配水管管線改善汰換率	50
圖 4.14 仁愛路、敦化南路區塊售水率.....	50
圖 4.15 仁愛路、敦化南路區塊階段改善前後售水率	51
圖 4.16 三區塊給水管管線改善汰換率比較.....	53
圖 4.17 三區塊配水管管線改善汰換率比較.....	53
圖 4.18 三區塊階段改善前後售水率比較.....	54

第一章 序論

1.1 研究動機

台灣地區面積約 36,000 平方公里，人口約二仟四佰萬人，氣候屬亞熱帶季風氣候區，年平均雨量約 2,510 公厘，是世界平均值的 2.5 倍，根據統計，每年平均降雨量約有 78% 集中在 5 月至 10 月。雨量雖然豐富但由於台灣河川坡陡流急，使得水資源的貯蓄不易。也因此降雨中所能應用之水量不會超過 15%，大部分 85% 以上則直接流入海中，加上台灣地區地狹人稠，平均每人每年可分配的水資源約 4,500m³，為世界平均值的 1/6，台灣地區每人每年可分配到的湖泊及河流等再生淡水量僅 856 m³ 為世界第 18 位缺水國家[1]，形成先天上水資源不足的國家之一。

民國 65 年開始積極建設之後，台灣地區自來水輸配水管的總長度已逾 50,000 公里，就給水工程建設而言，建設進度堪稱迅捷。但工程品質卻因進度的追求而鬆懈，以致於供水管線系統的嚴整性偏低，導致漏水率偏高，歷年來台灣地區「無費用水」(unaccounted-for water) 的比率皆高居 30% 以上，約為日本的 3.5 倍。以 1999 年生活用水 31 億公噸、工業用水 17 億公噸，由自來水供應的比率分別為 93% 與 21% 來計算，則一年所漏掉的水量約 8 億公噸，約為二座翡翠水庫的蓄水量。台灣地區自來水售水率偏低，僅達 65% 左右，主要係受上述無費用水量比例過高的影響，約佔了三分之一的供水量[2]。也因而形成水資源及處理成本的雙重浪費。就目前調查統計推估的數據顯示，每天約有 200 萬立方公尺的自來水在配水管網系統漏失，就水資源利用及經營管理而言，都是重大的損失。若以每立方公尺的平均水價 10 元估計，自來水經營單位每日營業額的減收達 2000

萬元，全年累積值為 73 億元。因此如何減少管線漏水，增加供水可靠度，實為一重要的課題。

1.2 研究目的

台灣地區自來水管線漏水率偏高的主要原因，應在於管線佈設規劃不周延與埋設施工品質不良；其次是管線周邊環境條件造成的影響。售水率偏低的原因雖非僅一端，但最根本的緣由在於長時間以來，始終居高不下、未曾改善的漏水率問題。基於上述之研究動機，本研究探討運用既有檢測設備提升售水率針對降低無計費水量運用小區計量技術之研究，其具體之研究目的可歸納如下：

- 一、 透過次級資料分析，針對國內配水管網管理及防漏對策做法、面臨窒礙問題及解決方法，以了解管理者執行其業務時考量因素及所需資訊，作為本研究相關分析之基礎。
- 二、 探討小區計量技術之基本架構、應用範圍與相關之現行技術水準與發展趨勢，並針對其執行成果做分析比較。
- 三、 透過專家深度訪談，探討目前執行現況，並透過實際案例驗證後提出目前窒礙問題之解決方案，最後研擬出合理化及最佳化之執行機制。

1.3 研究範圍

- 一、 以台北自來水處南區營業處於民國九十三年至九十五年間已完成之小區計量區塊為探討範圍。
- 二、 以曾經參與小區計量專案單位及人員為蒐集資料和訪談及調查

對象。

1.4 研究方法

本研究為達成以上的研究內容，依循著以下的方法與流程，逐一分析各階段所應探討之重點。本研究主要以次級資料分析、專家訪談、案例驗證作為本研究之研究方法。

一、次級資料分析

蒐集與本研究相關之文件，次級資料方面主要蒐集如下：

- (一) 國內配水管網管理及防漏對策做法。
- (二) 小區計量技術之基本架構、應用範圍與相關之現行技術水準與發展趨勢。

二、專家訪談

針對參與小區計量專案單位及人員，進行訪談，探討目前執行現況。

三、案例驗證

透過實際案例驗證後提出目前窒礙問題之解決方案，最後研擬出合理化及最佳化之執行機制。

1.5 研究流程

本研究流程如圖 1.1 所示

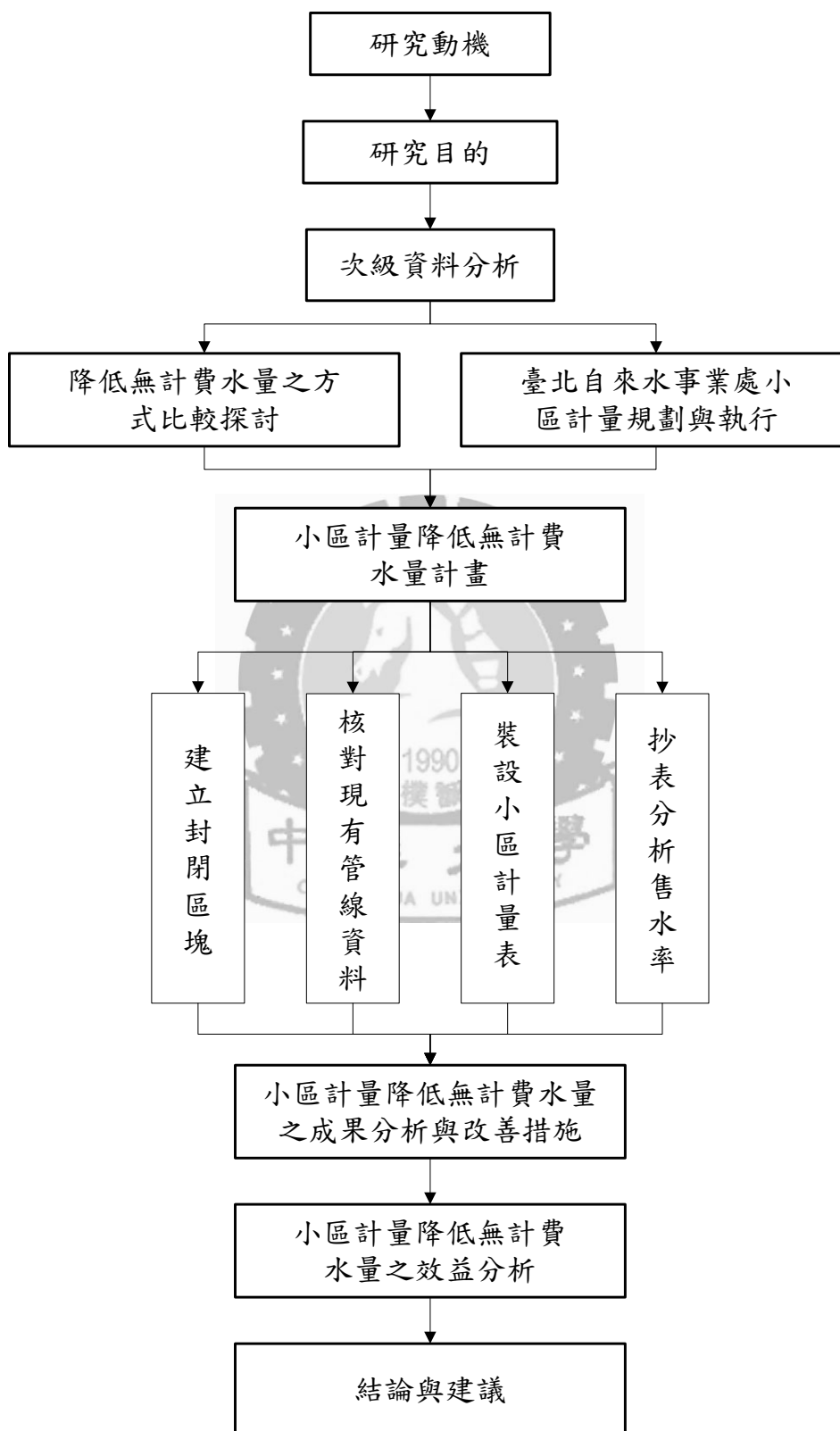


圖 1.1 研究流程圖

第二章 降低無計費水量之各種方式之探討

無計費水量係指不計費水量外之漏水量及其他(包括施工單位挖破管線漏水但未被查到或不明水量)，其中漏水佔了無費用水量中的大部份，故針對各種漏水控制做一探討比較：

2.1 自來水漏水因素

2.1.1 自來水漏水定義

自來水漏水又稱為「損漏」或是「無費用水量」，係指自來水廠一年的總出水量與家庭用水量、工商業用水量及公共用水量三者總和之差值[2]，其量值之公式可用(2-1)式來表示：

$$U = S - (m + aP) \quad (2-1)$$

式中

U：無費用水量

S：自來水廠出水量

m：有裝設水錶總水量

a：未裝設水錶用戶之平均用水量

P：未裝水錶戶數

E：未裝水錶的總水量 (E = aP)

2.1.2 自來水漏水發生原因

漏水佔了無費用水量中的大部份，漏水發生的原因大致可分為下列五類[2]：

一、接頭縫隙變大

管與管間或是管與其他附件間之接頭，因受到侵蝕或是震動、材料老化等等，而導致接頭處縫隙變大而發生漏水。當管線長度愈長或是接頭數目愈多時，漏水機率就愈大。此種漏水也許開始之漏水量並不大，但往往時間一久，其漏水量愈逐漸成長，累積的漏水量也逐漸可觀。一般大管徑的漏水屬於此種，且發生之頻率極高。

二、破管

管件受到過大之外力（如張力、壓力、剪力或是彎矩時）、過大之內壓力（水壓）或不均勻荷重時，而引起管材之破裂。通常所產生的漏水量很大，有時不需檢漏就可發現。其漏水的特性為發生機率不高，但對於私人財產的損害及修理的花費可能會是最大，通常小管徑的漏水亦屬於此類。

三、閥件閉鎖不緊

由於消防栓或閥件等的閉鎖不緊而所導致的水量漏失，或是因設備的損壞所造成。此種漏水可由良好的維護規劃或檢修漏時加以檢查而減少其發生機率。

四、腐蝕

管線因水質或土質之化學特性影響而被腐蝕，使管材強度減弱而造成破管。腐蝕常和其它機制一起作用，發生機會不低，以金屬管較常發生。

五、蒸發、溢流等其他因素

配水池的溢流多是因為操作的不當而造成，和管長沒有太大的關係。露天池面的蒸發則是無法避免。此外，配水池的牆壁也可能有縫隙而造成漏水，不過以上的總和所佔漏水的比例並不高，根據統計，大部份都在 0.5% 以下。

茲將配水過程中所產生的漏水方式說明如圖 2.1 所示。

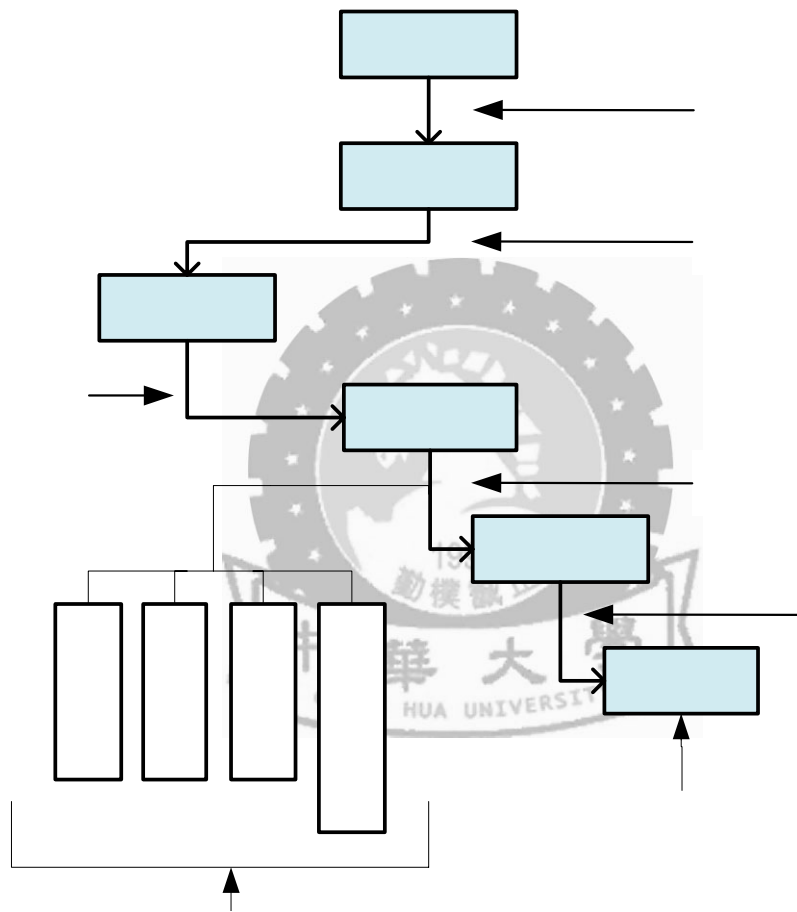


圖 2.1 漏水方式示意圖

由臺北自來水事業處[3]之輸水管、配水管及給水管等漏水原因之統計數據中顯示，管線龜裂、腐蝕、墊片老化、脫接四者佔漏水件數 89 % 如圖 2.2 所示；而鉛管(LP)、聚乙烯管(PVC)、鍍鋅鐵管(GIP)、

水錶錯誤

原水

水處理

配水系統

聚丁烯管(PB)等老舊管線佔龜裂、腐蝕比例達 90%如圖 2.3、圖 2.4 所示。故逐步將老舊管線汰換為球狀石墨鑄鐵管（輸配水管）或不銹鋼管（給水管）等材質較佳之管材，是有效降低漏水的方式。

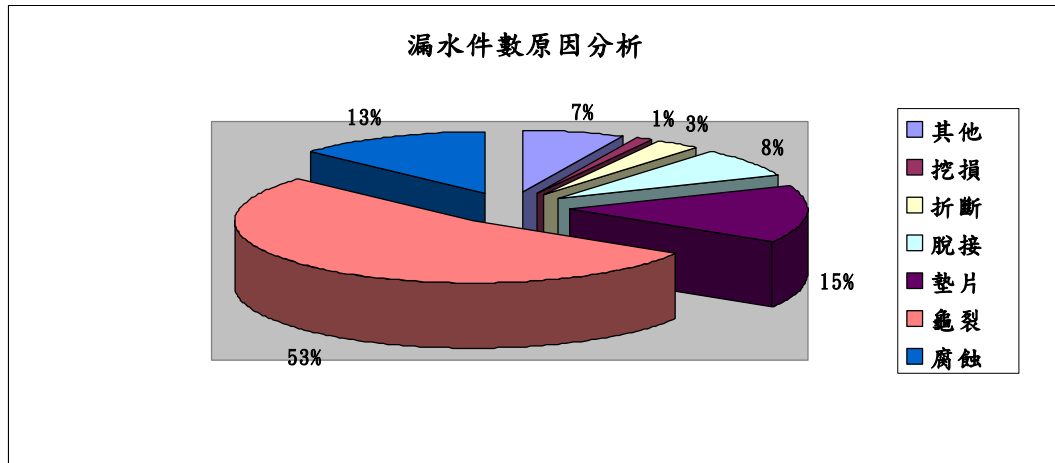


圖 2.2 漏水件數原因分析

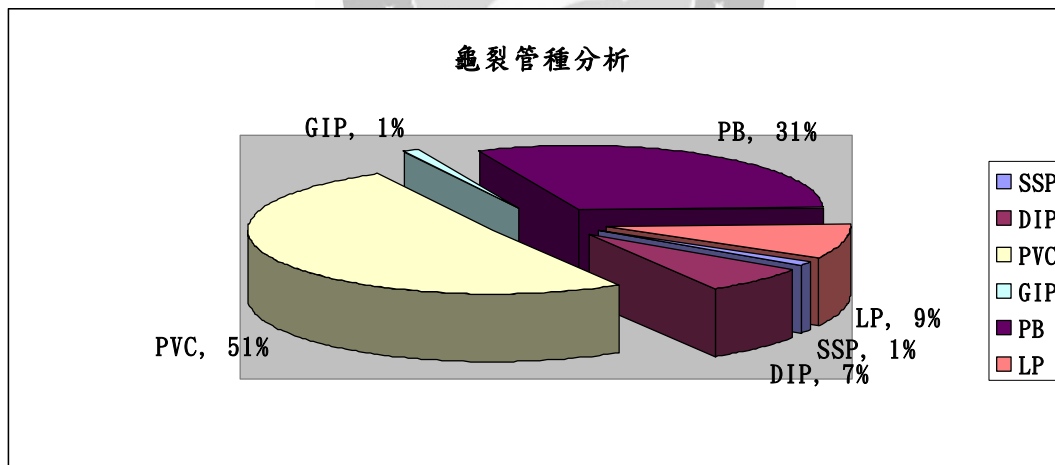


圖 2.3 龜裂管種分析

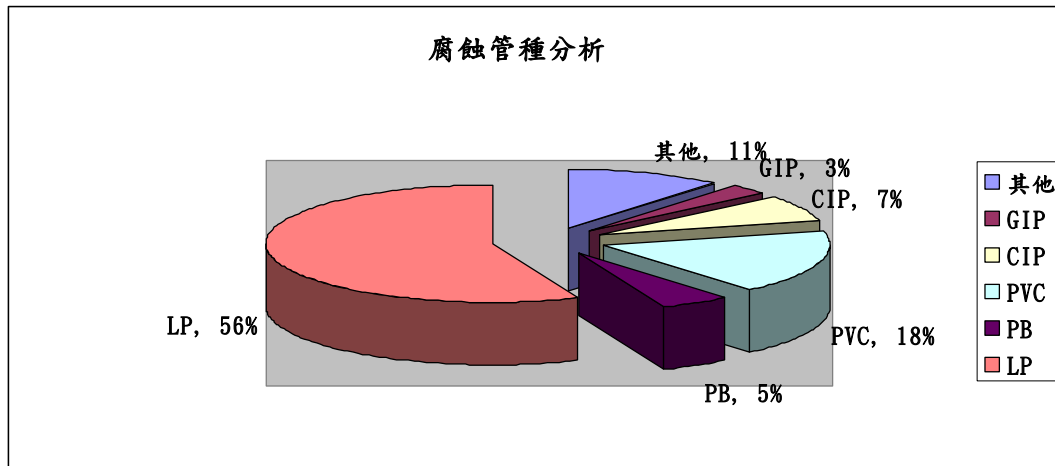


圖 2.4 腐蝕管種分析

2.1.3 自來水漏水檢測原理

「漏水檢測」對於整個給水系統作漏水的檢測在概念上可分為以下三個階段[4]：

一、漏水區域的調查

係利用流體連續性定律來判定漏水之有無，並瞭解其漏水程度是否嚴重，並運用出水量與抄見量得出此區供水系統之無計費水量，若再將此一區域細分，便可過濾出漏水之區域，以利水管線與漏水點的位置所在。

二、漏水管線的檢測

確定漏水的區域後，利用聽音棒來聽消防栓、制水閥、管線或是用戶水錶等的漏水音，進而判斷出某管線或是某區位，以便進一步找出確切漏水之位置。

三、漏水點的檢測

漏水點的檢測是透過找出漏水的精確位置，以減少修漏之開

挖次數與成本。檢測漏水點的方法是利用電子聽音儀器（漏水探測機）、相關式漏水探測機、聽音棒或利用水壓等資料調查得知。

2.1.4 影響自來水漏水檢測之因素

現今漏水檢測主要是以計量作業與聽音作業為主[2]，介紹如下。

一、影響計量作業的因素：

(一) 流量計之精度

流量計的精度當其漏水率大時或許不太重要，但當其漏水率降低之後，若漏水率和流量計之精確度相去不遠，則對於漏水的發現會有相當程度上的困難。

(二) 測漏區域之基本資料及調查之完整性

在夜間最小流量時，難免會有用戶在夜間用水，一旦當該用戶在該時段之用水量過大，會造成判斷上之錯誤。此外在分區計量時，該分區用戶的遷入與遷出也會改變分區的流量。故像是夜間用水用戶、用戶數目與管線圖等基本資料應該要盡量齊全。

(三) 測漏區域之制水閥其閉鎖之完全程度

當制水閥閉鎖不緊時，會造成該區域的流量增加，因此在施行測漏作業前，應先關閉制水閥作測試。

二、影響聽音作業的因素：

(一) 水壓

漏水音要被檢測出的先決條件是管內的水要有足夠的壓

力，如幹管的檢測水壓約要有 1 大氣壓以上，如此的漏水音強度才能被聽到或感應到。

(二) 管材

不同的管材有不同的聲音傳導性，傳導性越佳的管材，則漏水的管線越容易偵測出，但卻不易精確指出漏水點。傳導性較差的管材，漏水的管線不容易被發現，但是一旦找出漏水的管線，則較容易精確指出漏水點。

各管種漏水音衰減程度由小至大依序為不鏽鋼管 < 白鐵管 < 銅管 < 混凝土管 < 石棉水泥管 < 鉛管 < PVC 管 < 高密度 PE 管 < 低密度 PE 管 < 橡膠管

(三) 管的大小

由於較大的管管壁較厚，管壁與內徑比也較大，加上其剛性較強，因此聲音可傳達距離較遠，然而大管需要比較大的能量才能使其震動，故較大的漏水比較難以檢測。

(四) 土壤的種類

在地面聽音時，由於聲音是由土壤傳至地表，故其聲音傳導性的良性影響著漏水檢出率的高低。在管周圍的土壤方面，砂是具有較好的聲音傳導性，而黏土則比較差。土壤的相對密度，也會影響到聲音的傳導，一般說來，相對密度越大傳導性越佳。

(五) 地表

通常一般的鋪面，不論是柏油或是混凝土，都能得到不錯的效果，而土質的地表與草地較會產生消音的現象。較硬的土表比

軟土表更能聽得到較高頻的聲音。

(六) 管之埋設深度

當埋設的深度越深，則聲音的消滅就越大，對漏水的檢出率有明顯的影響。

(七) 漏隙的大小形狀

與聲音的頻率及強度有關。

(八) 背景雜音

以往都市複雜的雜訊，使得連熟練的聽音調查員都感到作業困難重重，因此調查時，最好能選在安靜的時間帶內。對都市雜音及漏水音之區分，則需具備相當的經驗及熟練的技術。

(九) 地下水位的狀態

當水管在地下水位之下，或是被所漏出的水所包圍住時，漏水音的傳導會受到水的衰減，增加檢測的困難度。

(十) 水管中的氣泡

在水管中的氣泡會大大影響漏水音的傳遞，而氣泡的來源有可能為短暫的停水所造成。

(十一) 漏水程度

小漏水其漏水音較高且傳遞較遠，大漏水其漏水音則較為低沈。

2.2 壓力控制法

透過用壓力控制的方式來減少管線系統之漏水，可能為最簡單直接且不必同時進行檢漏作業的防漏法。透過達到減壓之目的，如減低抽水揚程，設置減壓槽等等，而最通用者為使用減壓閥。雖然此種減少漏水之應用範圍有限，但其實際效果已被認為比理論上所預期者更佳，不僅可以使用於一般高壓地區，而且也適用於夜間壓力升高的地區。

2.3 被動修漏法

此係自來水事業費力最少的防漏法，但其結果常使漏水程度變為最高。此法係指不主動檢測漏水量或是查詢漏水地點，而僅被動透過接到漏水顯現於地面之報告，或是用戶之申訴、水壓不足、用水設備有問題時才去修漏。此類性質之報告，通常由民眾或自來水事業管理人員為執行其他任務時發現而才提出，是種很不經濟的漏水控制方法。

2.4 定期聽音法

指派檢漏人員分組有系統的沿著路線中所有之止水栓、制水閥及其他管件檢聽漏水雜音之特性，而找出漏水的位置。聽音輪檢之次數多寡則由自來水事業單位視情況或需要而定。在出水成本很低且大多數之漏水能很快的顯現之地區，定期聽音亦可能為最有效之方法。

2.5 分區計量法

此法為將水錶安裝於系統中的主要地點，約 2000~5000 個用戶成為一獨立區域經過水錶供水，以計測進入各小區之累積流量，通常是每週或每月定期讀錶一次，並將結果分析加以研判是否有任何地區

的供水發生顯著的異常狀況。如不能解釋該地區供水異常增加的理由，即派員至該區域沿著所有的止水栓、救火栓、制水閥及其他管件做聽音檢查，找出漏水的位置。本法的優點為能使檢漏人員先在漏水量最高的區域工作，使所做的努力發揮它最大的效益，又可獲得管網系統內之流量及用水資料，以供將來管網分析和擴建規劃之用。本法被英國認定為配水系統控制漏失的主要方法。

2.6 小區測漏法

理想之小區測漏範圍，以 1,000~3,000 用戶為原則，透過關閉周界上各制水閥，僅由單一管線裝錶供水，此種水錶專供量測低流量之用，稱為測漏水錶。該水錶可是永久式裝置，或是由可移動之拖車裝載，臨時裝設於系統中之救火栓，以量測夜間流量。裝設在測漏表上之記錄表，透過自動記錄夜間流量作為分析研判之用，如夜間最小流量超過異常，則表示有漏水，必須作進一步之檢測。此項檢測為該水錶供水小區內之全面聽音檢漏或為連續關閉區域內之若干制水閥，隔離較小之區段，依次重複檢驗相對應之流量。如某次之流量劇減，即表示最後被隔離之區段必有較嚴重之漏水現象。此項工作顯然需在晚上執行，一般稱為分段檢試或關閥檢試。檢試終了後，對顯示漏水之區段應派員調查檢修。此法缺點為，必需費時觀測未發生漏水之區域，較適用於節約用水價值較高之地區。

2.7 降低無計費水量之各種方式比較探討

由於無費用水或是漏水都是任何自來水系統無法避免的，但全面的檢漏及修漏不但是技術上不可行，且並不經濟。適時的選擇合適的方式將有助於減少無計費水量的發生，在此對目前降低無計費水量之方式做一探討比較。

以「控制的方式」對目前降低無計費水量之方式比較如表 2.1 所示。

表 2.1 以「控制的方式」對降低無計費水量之方式比較

模 式	方 法	優 點	缺 點
壓力控制法	透過壓力控制的方式來減少管線系統之漏水。	最簡單直接且不必同時進行檢漏作業的防漏法。	應用範圍有限，只能達到治標而不能治本。
被動修漏法	不主動檢測漏水量僅被動得知有問題時才去修漏。	自來水事業費力最少的防漏法。	漏水程度最高，最不經濟之漏水控制方法。
定期聽音法	一步一腳印的全面地毯式有系統的定期聽音檢測，找出漏水的位置。	能有效找出漏水的精確位置，減少修漏之開挖次數與成本。	無漏水區域仍投入檢漏人力，耗費人力過多，漏水修復後，無法有效確認該區是否仍有漏水或漏水復原。
分區計量法	劃分永久獨立供水分區，設置窰井及流量計，量測記錄累積流量，配合抄用戶表，得知售水率，可併同量測瞬間流量，分析夜間最小流量。	分區計量採抄表方式，所得到之售水率準確性較高。採夜間流量分析，所需人力少，費用低，且短時間即可分析漏水程度。	分區計量採抄表方式，所需抄表人力多，作業時間長，檢測區域大時，抄表與流量計量測期間差異大，售水率計算有誤差。採夜間流量分析，易因區內用戶蓄水池進水，影響分析結果。
小區測漏法	封閉區域為暫時性獨立供水區，使用流量計銜接區內及區外消防管，記錄流進小區內之瞬間流量。依是否關閉用戶止水栓，分為直接法及間接法。	作業時間短，即時評估漏水程度，所需費用不高。	檢測區域小，易受制水閥短缺或故障而無法執行，如採直接法，須關閉區內用戶制水閥，所需人力高。

以「檢測原理」[5]對目前降低無計費水量之方式在現場實務作業上的差異比較如表 2.2 所示。

表 2.2 以「檢測原理」對降低無計費水量在現場實務作業上差異比較

模式	傳統檢漏（作業區）	計量檢漏（責任區）
方法	一步一腳印的全面地毯式聽音檢漏作業	計量分析，針對有漏水區來執行精密的檢漏作業。
結果	1. 虛耗人力： 無漏水區域仍投入檢漏人力	1. 避免虛耗人力： 針對有漏水區域執行檢漏；無漏水或微漏水區域不需再浪費檢漏人力
	2. 良心檢漏： 檢漏員聽音檢測無漏即認定無漏水	2. 責任檢漏： 量化的數值明示檢漏員應檢出的漏水量，而非檢漏員認定無漏水即無漏水
	3. 成效不明： 漏水修復後，未再確認是否仍有漏水或漏水復原	3. 成效可驗證： 修理後是否已無漏水，藉由量化的數值可驗證並長期追蹤，以即時發現來抑制「漏水的復原」
	4. 抄見率低係漏水因素： 儘管一再的檢漏，卻無法提高抄見率，皆認定是檢漏不力	4. 抄見率的責任驗證： 藉由精密的計量分析檢測可確認漏水量之多寡，並可排除「低抄見率」皆歸責於漏水之主因

以「效率」[5]對目前降低無計費水量之方式比較如表 2.3 所示。

表 2.3 以「效率」對降低無計費水量之方式比較

模式	被動檢漏	主動檢漏
方式	以「（低）抄見率」來決定	以「（高）最小流量率」來決定
發現過程	1. 持續漏水期間達兩個月以上或數十天 2. 低抄見率提出的前幾天已修復漏水	1. 異常1~2 日 2. 以「最小流量」及「日配水量」為參考指標
檢修結果	1. 漏水檢出與修復：長期漏水、損耗水資源—造成抄見率突降 2. 虛工作業：漏水已修復	1. 漏水檢出與修復：短期漏水—抄見率僅微降 2. 無虛工作業
效率比較	低效率：無法即時反應漏水的嚴重性，並易造成誤判與人力資源的浪費	高效率：即時檢漏、水資源損耗少、有效應用人力資源

就比較分析結果得知降低無計費水量之方式各有其優缺點之存在，如藉由計量作業與效率檢漏於量的掌握與數值分析即可推知有無漏水，雖傳統漏水檢測作業並非一蹴可幾，惟所謂的「效率檢漏」最終仍需仰賴有經驗的檢漏員來檢出漏水點，故倘若單採傳統檢測會造成人力之浪費，而單採計量作業或效率檢漏，卻苦於檢漏人力之不足無法即時檢漏，因此採用有效方式之相互搭配將有助於檢測予降低無計費水量效益的提升，減少水資源之浪費與損失。



第三章 臺北自來水事業處小區計量規劃與執行

3.1 小區計量簡介

依據國內外學者專家之研究，欲瞭解某一供水區之漏水率及漏水原因，分區計量(district metering)及小區測漏，是最直接且有效之方法[6]。

台北自來水事業處因供水轄區管網複雜、且相互連通，欲進行澈底之分區計量以瞭解各獨立分區之漏水率有其困難性。而小區檢測無論是直接法（關閉用戶止水栓）或間接法（採計夜間最小流量）都有其困難性[7]，因此台北自來水事業處擷取此二項方法之特點於一體，進行「小區計量」，其理論模型如圖 3.1 所示。

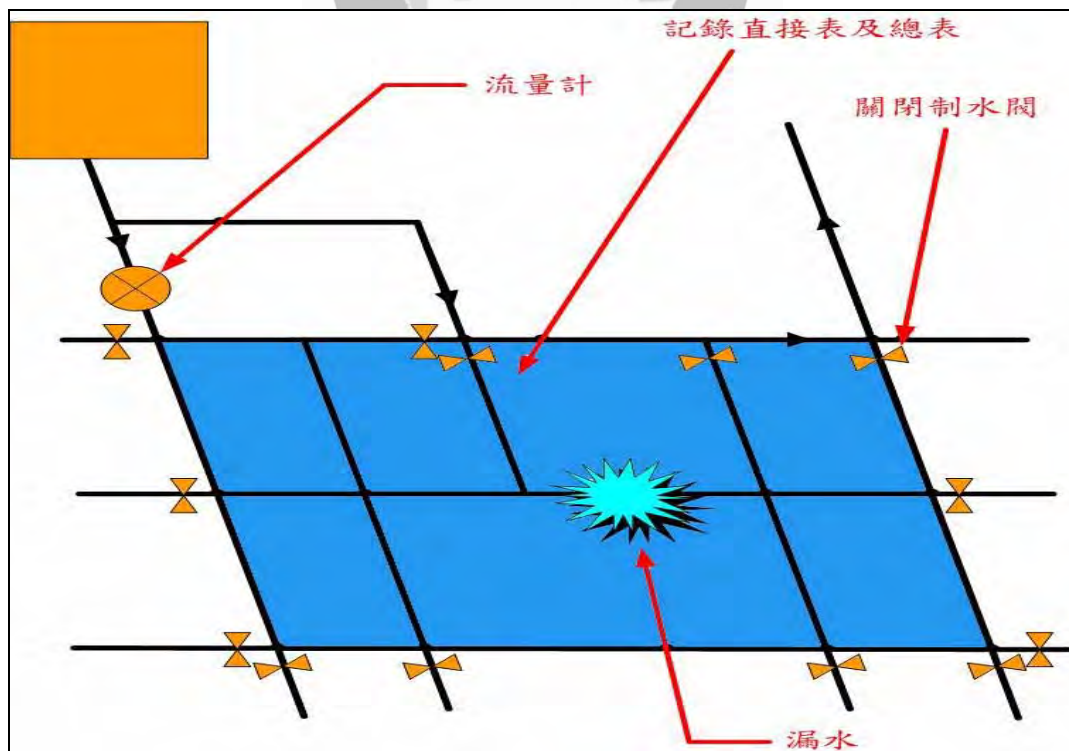


圖 3.1 小區計量理論模型圖[7]

「小區計量」係先行選擇可封閉區域，於進水管線裝設流量計，記錄此流量計之累積流量，並以抄表方式記錄此區域內用戶直接表及總表之用水量，以計算出該封閉區域之漏水率。如漏水率明顯偏高，則將搭配現場檢測、修漏、管線抽換、水表更新等方式，逐一比較漏水率降低情形，並分析各項漏水原因，以作為轄區內各類似區塊汰換管線之評估參考，期能獲得最有效汰換成效。

「小區計量」於進行之初需劃定一評估區，並將週邊制水閥關閉以侷限成一評估區。再參酌供水壓力，開放一向或多向進水，並於進水端裝設評估表。評估區示意圖[8]，如圖 3.2 所示。

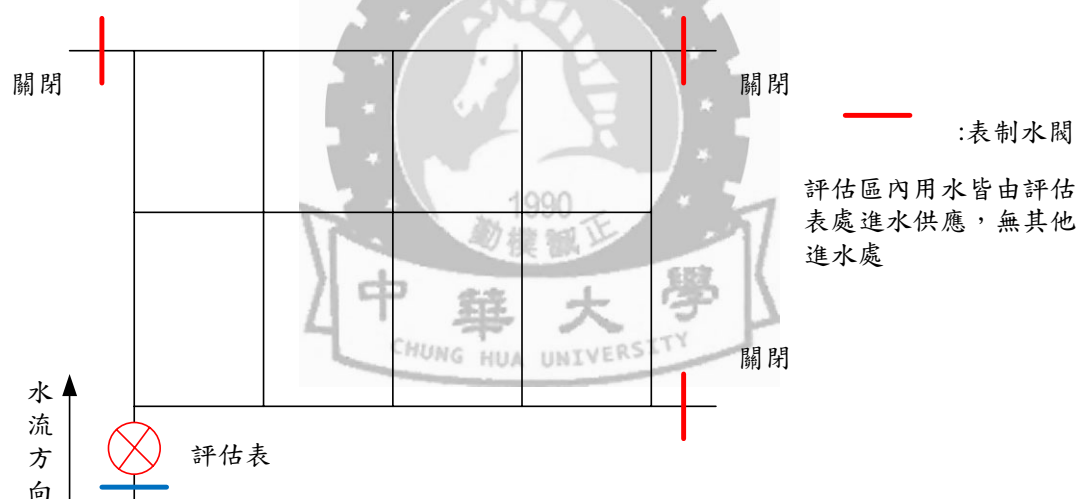


圖 3.2 小區計量區域封閉示意圖[8]

3.2 小區計量作業流程

依據台北自來水事業處九十二年六月提出「管網改善計畫綱要」中，以管線汰換為管網改善之主要對策，並擬定了「建立小區域計量」的配套措施，擬藉由建立小區域計量之實施，以檢討售水率偏低的原因，俾提出降低漏水方案，有效提升售水率[8-11]。

如圖 3.3 所示為台北自來水事業處執行小區計量作業之流程，主要為成立工作小組，依指定區塊檢討是否封閉，藉由制水閥控制及調整，建立封閉區塊後，再裝設計量表，分析售水率等相繼作業。

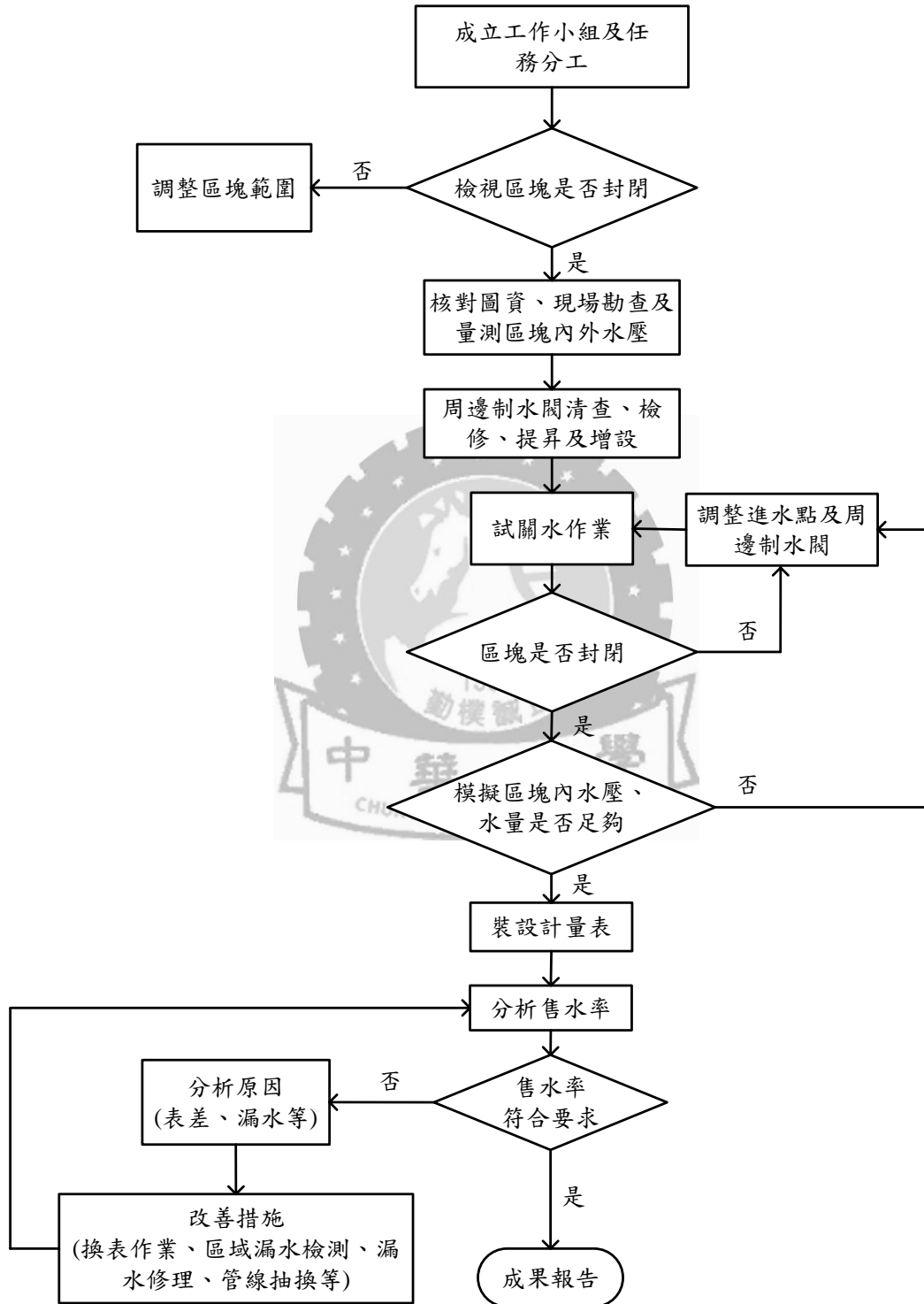


圖 3.3 台北自來水事業處小區計量作業流程圖[9]

3.2.1 成立工作小組

成立小區計量工作小組，並進行任務分工：

- 一、給水股人員統籌辦理及管線資料整理
- 二、抄表股人員整理區塊用戶用水資料及逾齡表汰換
- 三、修漏股人員負責制水閥、消防栓提升及修理。

3.2.2 作業區塊選定及調整

一、區塊劃分原則：

- (一) 用戶數：2000~5000戶。
- (二) 地理條件：區域邊界鄰近河流、幹道，進出區域管線單純明顯。
- (三) 水壓水量：區域劃分後，區內水量足夠，水壓穩定，區外供水不受影響。
- (四) 操作管理：區域劃分後，便於操作管理。

二、初選：

小區計量作業成功與否，必先確定該區塊確實封閉。依據區塊劃分原則初步選定。

三、現場勘查：

經動員人力到現場勘查，操作制水閥及量測消防栓水壓。

四、確認區塊封閉

執行期間，為確保用戶用水權益，僅能日間先關閉區塊邊界制水閥，再利用深夜關閉計量表前制水閥後，量測區塊內數處消防栓出水狀況，如消防栓仍有流水，表示尚有部分制水閥未完全關閉，需再重新參考管線資料及檢討區塊邊界制水閥，是否仍有

未關閉者，予以關閉後。再重新量測消防栓，如消防栓產生負壓現象(可能夜間總表進水或有漏水情況)，則可確定該區塊業已封閉。

五、公共安全考慮

區塊封閉後形成單一進水點情況，區塊內水量是否充足或水壓是否穩定，但不能影響消防功能，以免造成公共危險。因此，再分別於尖峰及離峰時間量測區塊內消防栓，得到最小水壓並比較北水處 92 年配水管網平均水壓，判定是否為可以接受水壓。

六、管制單位列管

區塊封閉形成後，為了確保控制區塊封閉之制水閥不受其他施工單位任意開關，影響區塊之封閉性，特於該等制水閥設警示標籤，俾便任一單位需操作時，均能適時通知管理單位，並由管理單位追蹤列管。

3.2.3 建立區塊基本資料

建立基本用戶相關資料如表 3.1 所示。

一、用戶資料：包括用戶特性、用戶量、總表數、直接用戶數及間接用戶數。

二、管線資料：包括配水管與給水管之材質、口徑及長度等。

給水管：不銹鋼管 (SSP)、聚乙烯管 (PVCP)、聚丁烯管 (PB)、鉛管 (LP)、鍍鋅鐵管 (GIP)。

配水管：石墨延性鑄鐵管 (DIP)、灌鉛白口接頭鑄鐵管

(CIP)、機械接頭鑄鐵管 (MJP)、聚乙烯管 (PVCP)。

三、表籍資料：包括用戶地址、水號、水表裝設日期，抄表日序及口徑等。

四、售水量資料：用戶各期售水量。

表 3.1 台北自來水事業處小區計量區塊基本資料

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑X數量(安裝日期)	售水率(漏)	備註	
		總表		直接			分表	給水管線				配水管線
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm			1. SSP= m				1. DIP= m
		SSP栓數	SSP或DIP栓數	SSP栓數	SSP或DIP栓數			2. PVC= m				2. CIP= m
		非SSP栓數	非SSP或DIP栓數	非SSP栓數	非SSP或DIP栓數			3. PB= m				3. MJP= m
						4. LP= m	4. PVC= m					
						5. GIP= m	5. DIP%=					
						6. SSP%=						

3.2.4 裝設流量計

確定區塊可以封閉後，即可進水端裝設計量表，一般選擇流量計時應考慮因素[6]：

一、型式

一般流量計僅能顯示某一時間點之累計流量，為能分析夜間最小流量，必須能夠紀錄時間與累計流量的流量計，因此，選擇流量計型式時應考慮：具有記錄器可儲存流量資料，成本不高，準確性高，且可記錄正、反流向。

二、大小

選擇流量計口徑大小時，應先預估區塊之最小流量，再參考水表性能及主要尺寸表，選擇起動流量小於預估最小流量之流量計。

三、預估區塊之最小流量

小區檢測利用夜間最小流量判斷漏水量中，由三個小區得到，平均夜間最小流量約佔平均供水量 38.3%、30.4% 及 31.3%，平均約 34.3% [6]。



3.3 研究區域基本資料

本研究以台北自來水處南區營業分處九十三年至九十五年度度間執行小區計量作業區塊中已完成的區塊為例，共計完成區塊三處，其改善前相關基本資料如下所示。

一、興隆路 2 段 96 巷家美社區

(一) 基本資料如表 3.2、圖 3.4~3.6 所示

表 3.2 興隆路 2 段 96 巷家美社區小區計量區塊基本資料

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑X數量(安裝日期)	售(漏)水率	備註	
		總表		直接			分表	給水管線				配水管線
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm			1. SSP= m				1. DIP= m
		SSP栓數	SSP或DIP栓數	SSP栓數	SSP或DIP栓數			2. PVC= m				2. CIP= m
		非SSP栓數	非SSP或DIP栓數	非SSP栓數	非SSP或DIP栓數			3. PB= m				3. MJP= m
興隆路2段96巷家美社區	改善前	281				54	區域管線=2037.00m		47%			
		6		221			給水管線=938.00m	配水管線=1099.00m				
		6		221			1. SSP=.m	1. DIP=.m				
							2. PVC=938.m					
								4. PVC=1099.m				
		6		221				DIP%=.%				
					SSP%=.%							



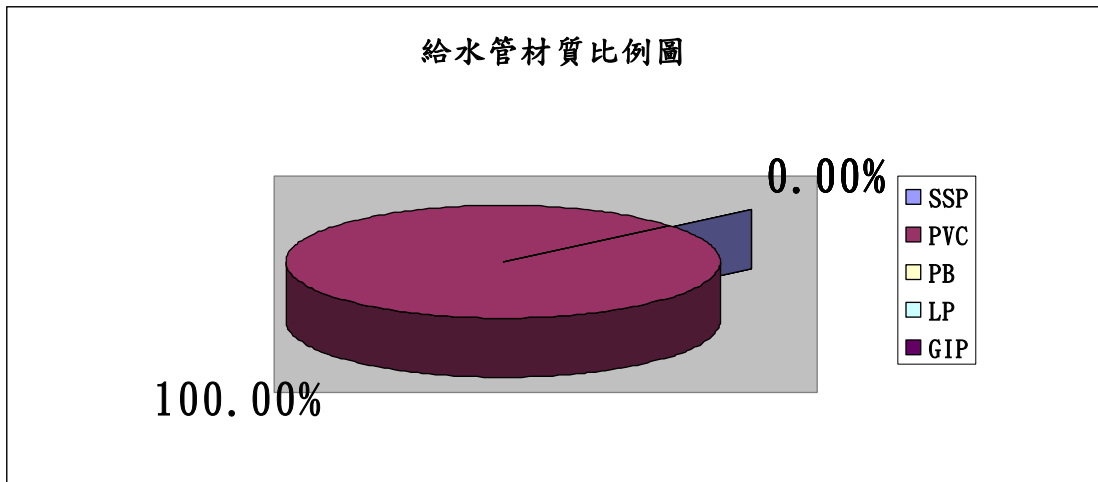


圖 3.4 家美社區改善前給水管材質比例圖

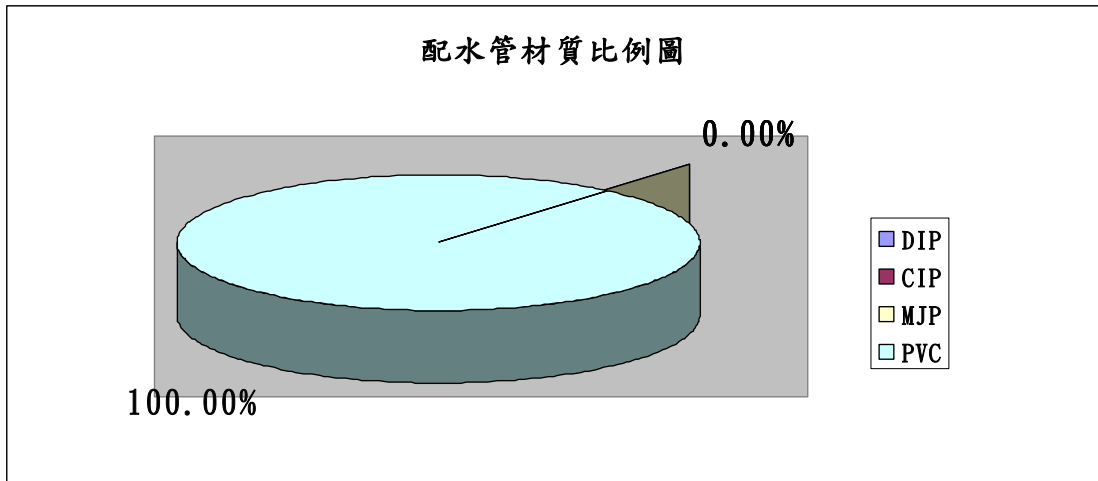
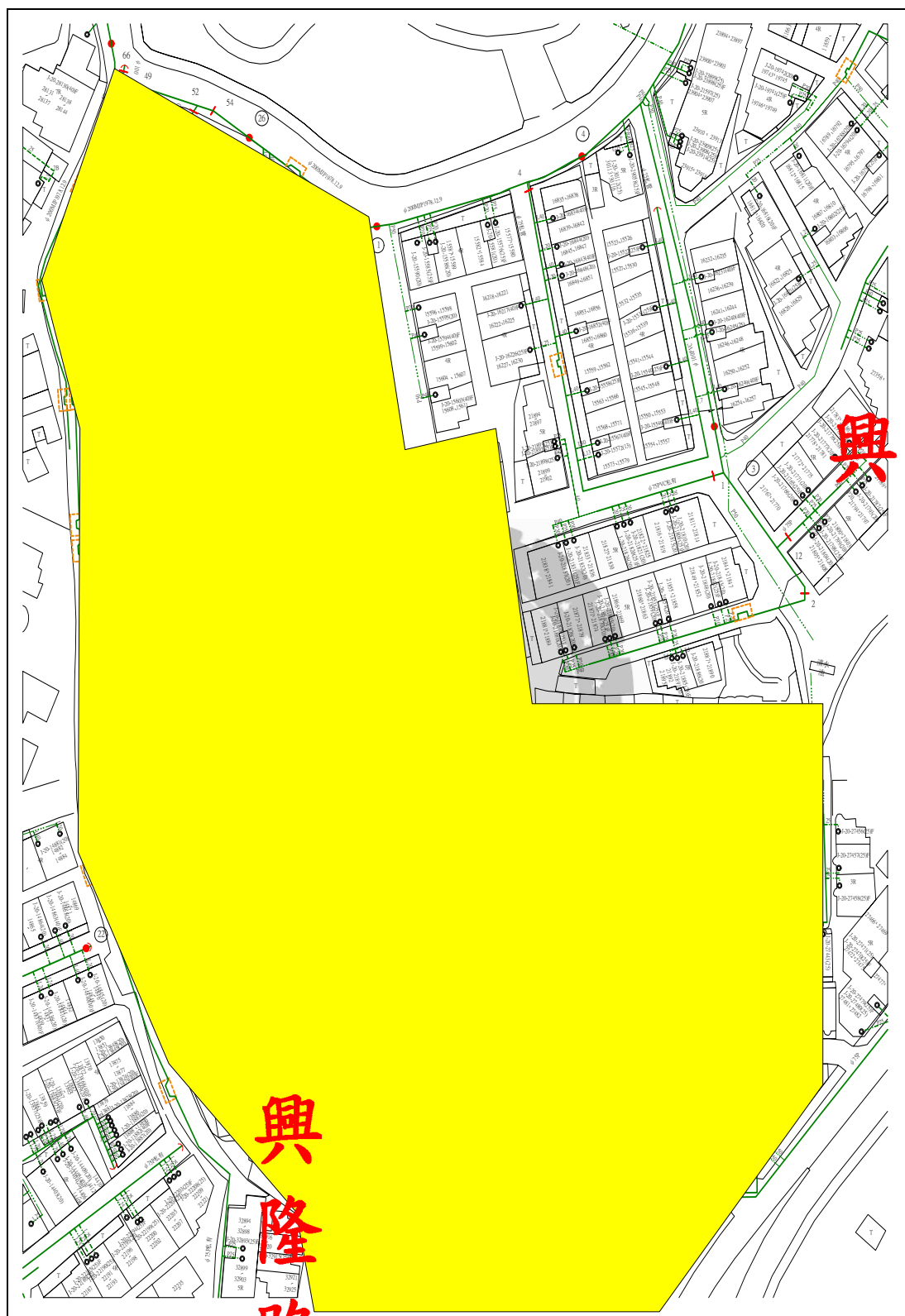


圖 3.5 家美社區改善前配水管材質比例圖

(二) 區塊範圍



興隆路2段

興隆路
2
段
96

圖 3.6 家美社區小區計量區塊範圍圖

二、木柵路4段159巷

(一) 基本資料如表3.3、圖3.7~3.9所示

表 3.3 木柵路4段159巷小區計量區塊基本資料

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑x數量(安裝日期)	售水率(漏)	備註	
		總表		直接			分表	給水管線				配水管線
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm			1. SSP= m				1. DIP= m
		SSP栓數	SSP或DIP栓數	SSP栓數	SSP或DIP栓數			2. PVC= m				2. CIP= m
		非SSP栓數	非SSP或DIP栓數	非SSP栓數	非SSP或DIP栓數			3. PB= m				3. MJP= m
木柵路4段159巷	改善前	495				415	區域管線=1117.00m		67%			
		36		44			給水管線=384.00m	配水管線=733.00m				
		35	1	44	0		1. SSP=75. m	1. DIP=645. m				
		5		1			2. PVC=24. m					
							3. PB=285. m					
								4. PVC=88. m				
		30	1	43				DIP%=87.99%				
				SSP%=19.53%								

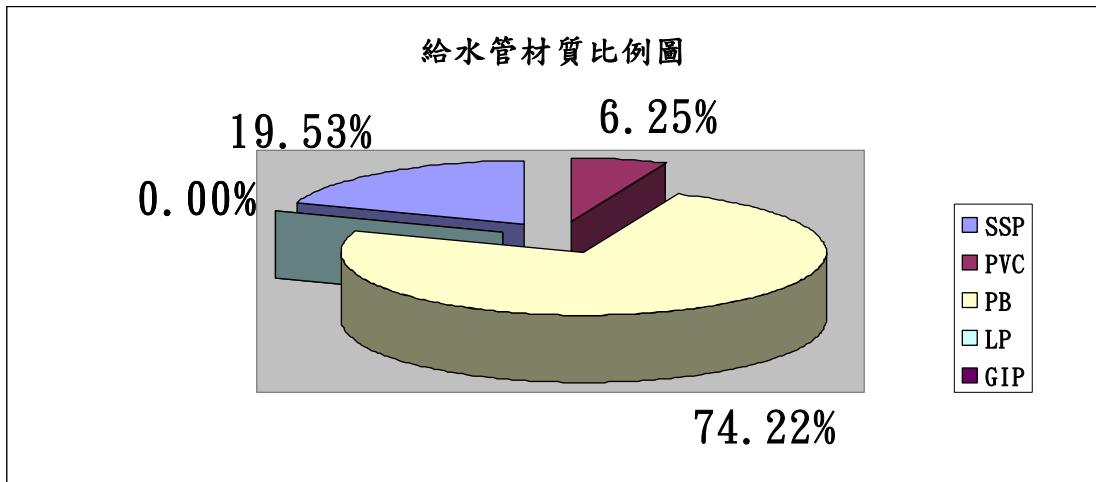


圖 3.7 木柵路 4 段 159 巷改善前給水管材質比例圖

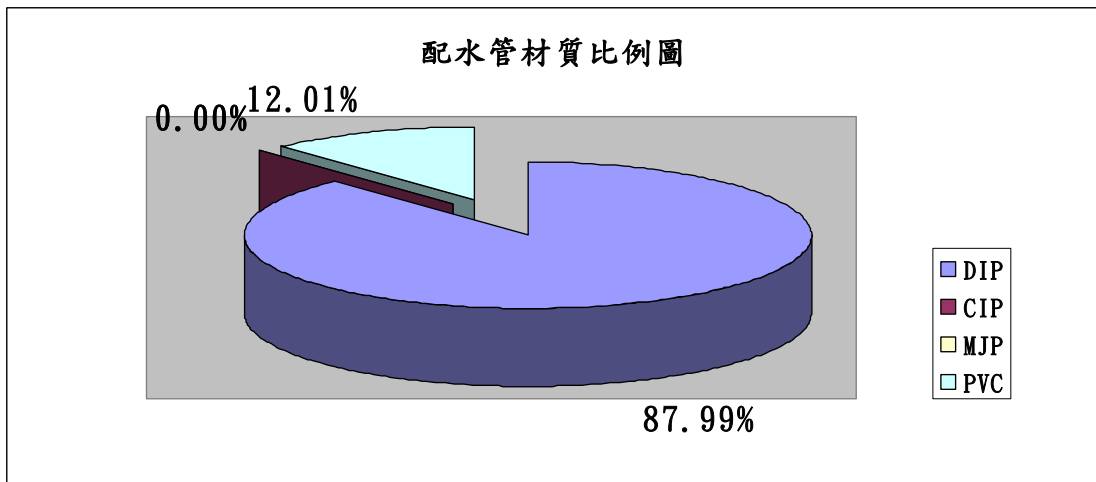


圖 3.8 木柵路 4 段 159 巷改善前配水管材質比例圖

(二) 區塊範圍

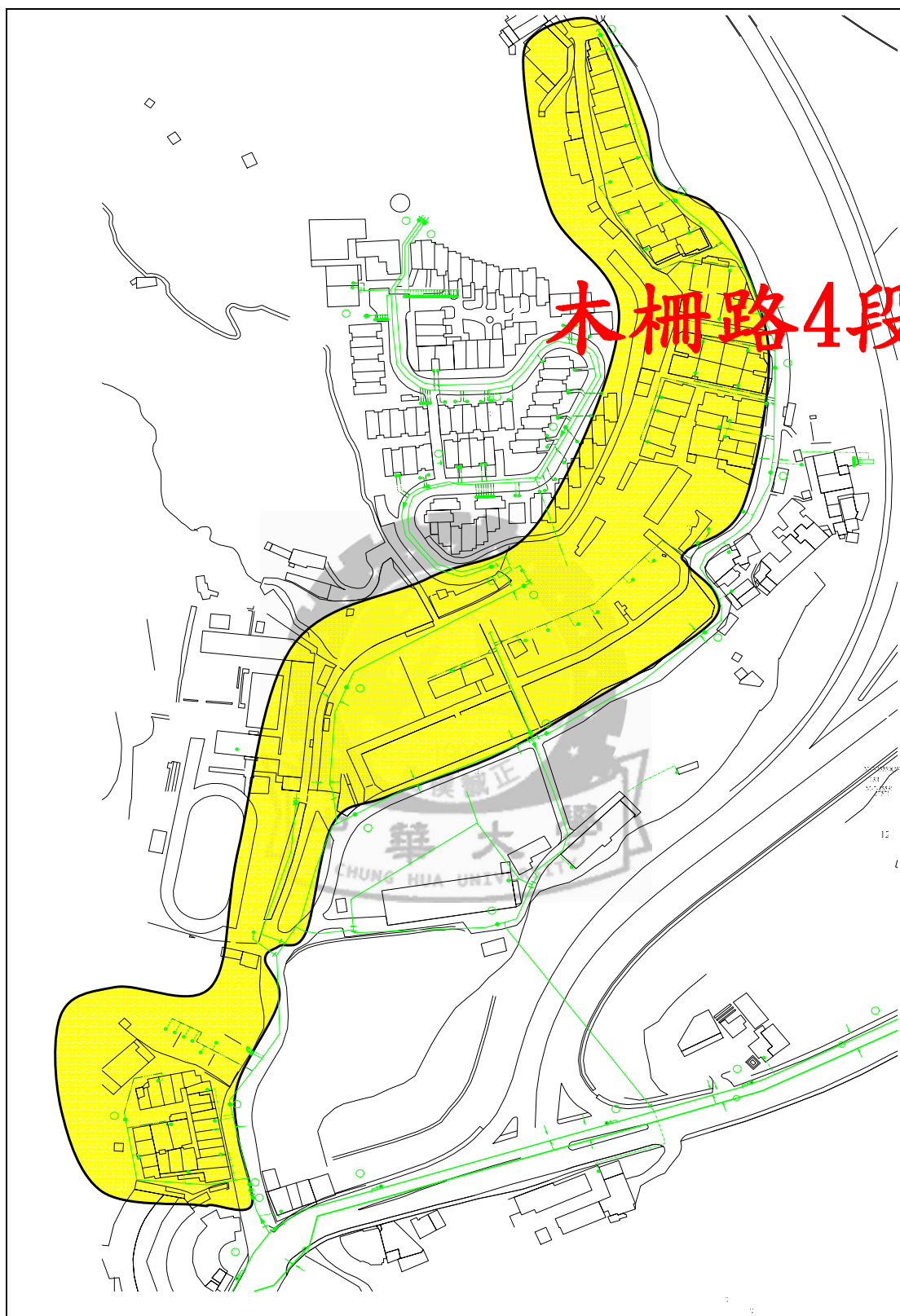


圖 3.9 木柵路 4 段 159 巷小區計量區塊範圍圖

三、 仁愛路、敦化南路

(一) 基本資料如表3.4、圖3.10~3.12所示

表 3.4 仁愛路、敦化南路小區計量區塊基本資料

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑X數量(安裝日期)	售(漏)水率	備註	
		總表		直接			分表	給水管線				配水管線
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm			1. SSP= m				1. DIP= m
		SSP栓數	SSP或DIP栓數	SSP栓數	SSP或DIP栓數			2. PVC= m				2. CIP= m
		非SSP栓數	非SSP或DIP栓數	非SSP栓數	非SSP或DIP栓數			3. PB= m				3. MJP= m
仁愛路敦化南路	改善前	1312				1223	區域管線=4019.00m		58%			
		122		89			給水管線=1509.00m	配水管線=2510.00m				
		0	0	0	0		1. SSP=136. m	1. DIP=470. m				
							2. PVC=966. m	2. CIP=1900. m				
							3. PB=63. m	3. MJP= m				
							4. LP=152. m	4. PVC=140. m				
							5. GIP=192. m	DIP%=18.73%				
				SSP%=9.01%								

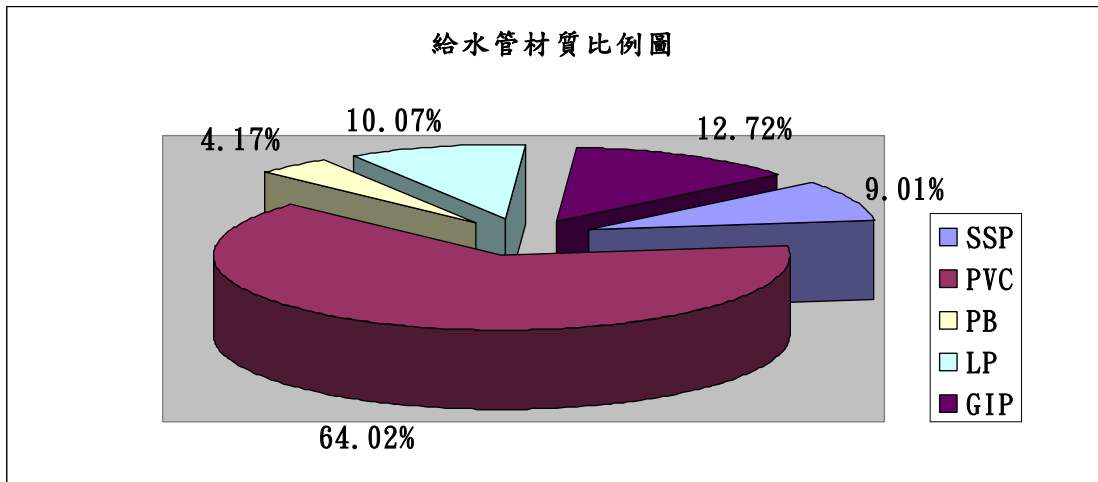


圖 3.10 仁愛路、敦化南路改善前給水管材質比例圖

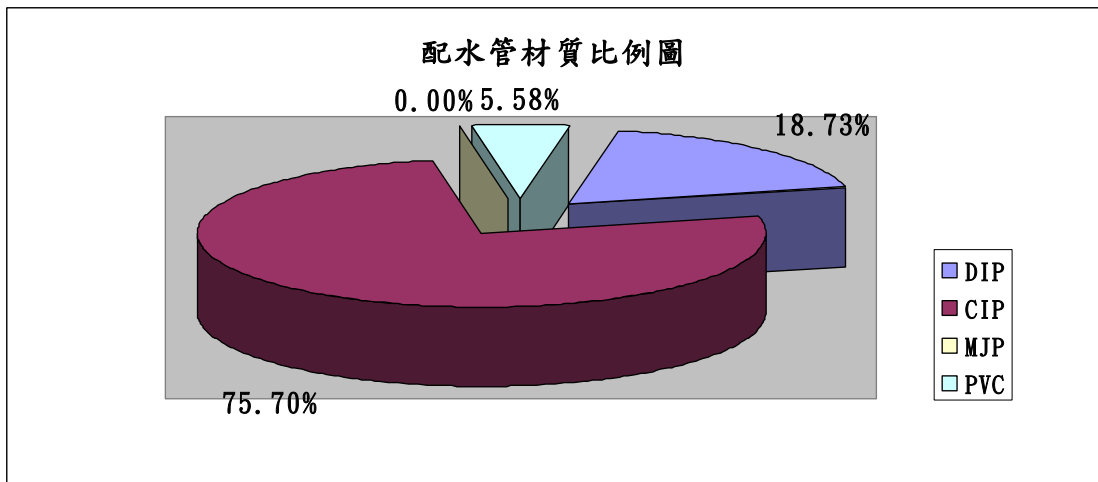


圖 3.11 仁愛路、敦化南路改善前配水管材質比例圖

(二) 區塊範圍

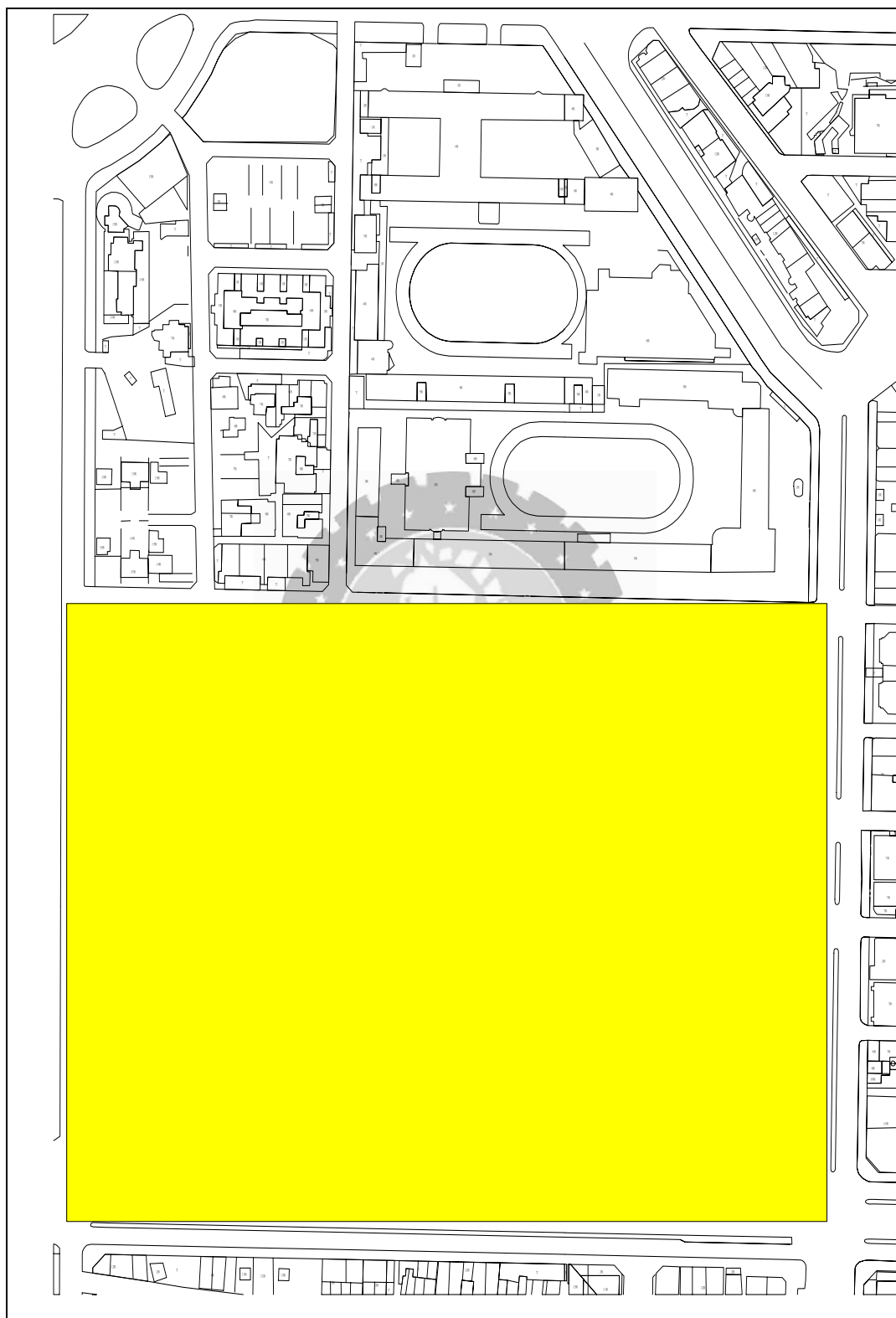


圖 3.12 仁愛路、敦化南路小區計量區塊範圍圖

敦化南路

第四章 小區計量降低無計費水量之成果比較

4.1 區塊售水率

依售水率=售水量÷供水量×100%，此售水率可作為經營績效參考，亦可做為汰換老舊漏管線之效益評估。由售水率研判漏水情況，再配合該地區管線已埋設管線之現況，即可規劃汰換老舊漏管線之程序，以達到最大效益。

區塊確定封閉後施工裝設計量表開始讀數，依流量紀錄器紀錄整理並評估所得之數據如表 4.1~4.3 所示，本研究三區塊於小區計量作業執行前，平均售水率如圖 4.1 所示各為家美社區 47%、木柵路 4 段 67% 及仁愛路 58%，與北水處歷年配水量、售水率及每人每日用水量綜合表如表 4.4 所示比較，確有偏低現象。

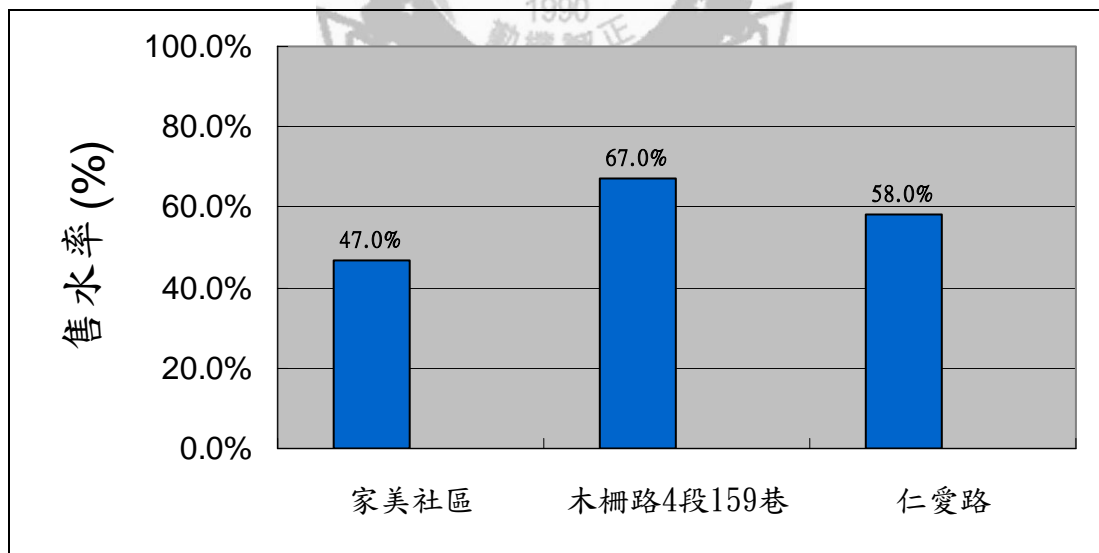


圖 4.1 三區塊於小區計量作業執行前平均售水率

表 4.1 家美社區流量紀錄統計

區塊	抄表日	總表度數加直接表度數	評估表度數	售水率
家美社區	920416	9,545	20,743	46.02%
	920601	9,545	20,743	46.02%
	920813	13,091	17,701	73.96%
	921016	13,005	17,530	74.19%
	921215	12,089	16,061	75.27%
	930217	12,969	20,042	64.71%
	930415	11,178	16,555	67.52%
	930615	12,203	17,521	69.65%
	930801	12,203	17,521	69.65%
	931015	18,100	21,905	82.63%
	931214	16,964	22,107	76.74%
	940217	18,184	24,425	74.45%
	940417	17,111	22,761	75.18%
	940617	16,522	21,100	78.30%
	940817	17,468	25,189	69.35%
	941018	水表故障	25,189	69.35%
	941215	水表故障	25,189	69.35%
	950217	水表故障	25,189	69.35%
	950419	16,435	20,747	79.22%
	950616	17,958	20,324	88.36%
950816	17,618	21,299	82.72%	

表 4.2 木柵路 4 段 159 巷流量紀錄統計

區塊	抄表日	總表度數加直接表度數	評估表度數	售水率
木柵路4 段159巷	940530	23,927	30,604	78.18%
	940728	25769	32396	79.54%
	940928	26178	32168	81.38%
	941128	24564	31050	79.11%
	950124	22510	23877	94.27%
	950330	26541	26961	98.44%
	950529	28080	28540	98.39%
	950701	28080	28540	98.39%
	950901	28080	28540	98.39%
	951101	28080	28540	98.39%

表 4.3 仁愛路、敦化南路流量紀錄統計

區塊	抄表日	總表度數加直接表度數	評估表度數	售水率
仁愛路、敦化南路、信義路、安和路等所圍區域	920910	48,147	83012	58.00%
	921110	48,147	83012	58.00%
	930110	48,147	83012	58.00%
	930310	48,147	66871	72.00%
	930510	48,147	66871	72.00%
	930710	48,147	66871	72.00%
	930910	48,147	66871	72.00%
	931110	48,147	48470	99.33%
	940111	47,091	48470	97.15%
	940315	45,715	53561	85.35%
	940516	45,644	54946	83.07%
	940712	44,635	61274	72.84%
	940913	48,786	81442	59.90%
	941111	44,965	61663	72.92%
	950110	45,046	83595	53.89%
950315	45,637	92587	49.29%	
950515	42,679	49268	86.63%	

表 4.4 北水處歷年配水量、售水率及每人每日用水量綜合表

年度	配水量(1000m ³)	售水率	每日每人用水量(公升)
2002	952217	58.82	348
2003	945933	60.87	342
2004	947819	61.98	346
2005	911518	61.77	352
2006	958241	63.41	352

4.2 售水率偏低要因分析

朱聖心等[12]應用品管圈活動提昇售水率中，提出影響華江社區北側售水率偏低因素並指出各項影響比重如下：

- 一、表差因素（5%）：水表損壞，逾齡造成計量不準確(高用低計)。
- 二、資訊錯誤（15%）：用戶用水系統誤植（應為社區用戶，誤植為本處直接用戶）、圖面資料錯誤（應為社區用戶，誤植為本處直接用戶）。
- 三、違章用水（20%）：竊水、接管時未查知公共設施未過表用水。
- 四、管線因素（60%）：管線老舊、逾齡造成漏水。

經彙整並繪製成要因分析圖如圖 4.2 所示、改善前柏拉圖如圖 4.3 所示作為本研究之參考。

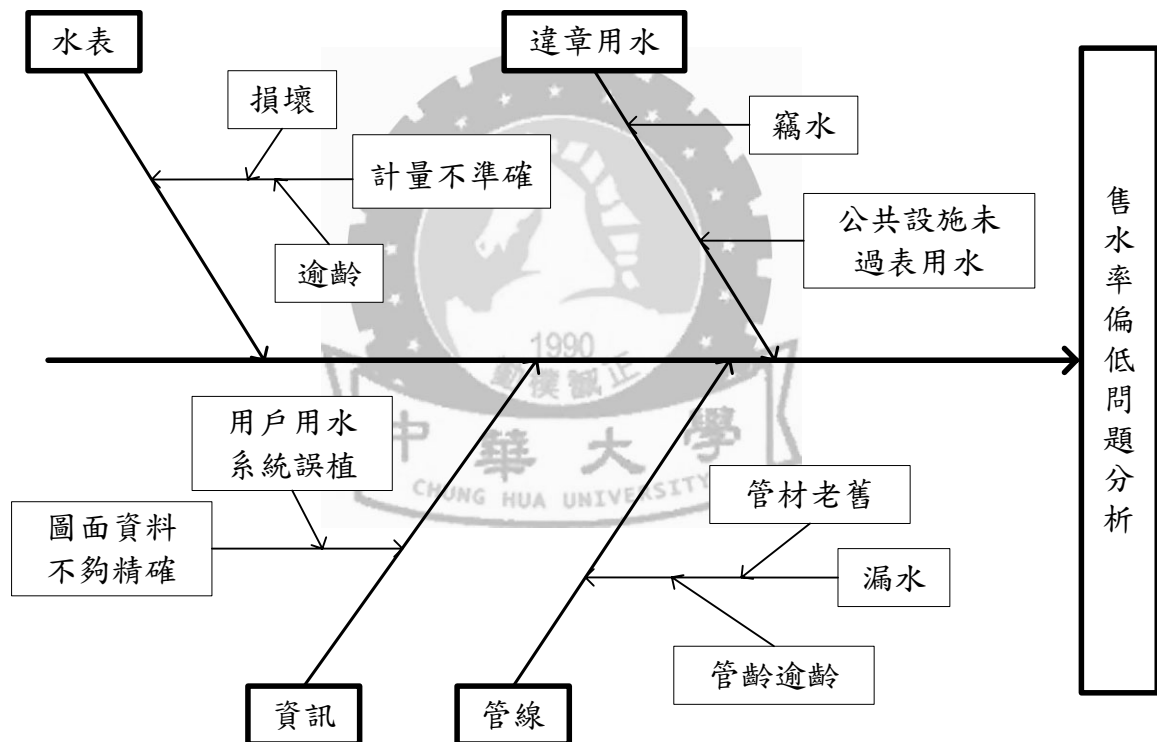


圖 4.2 售水率偏低要因分析圖[12]

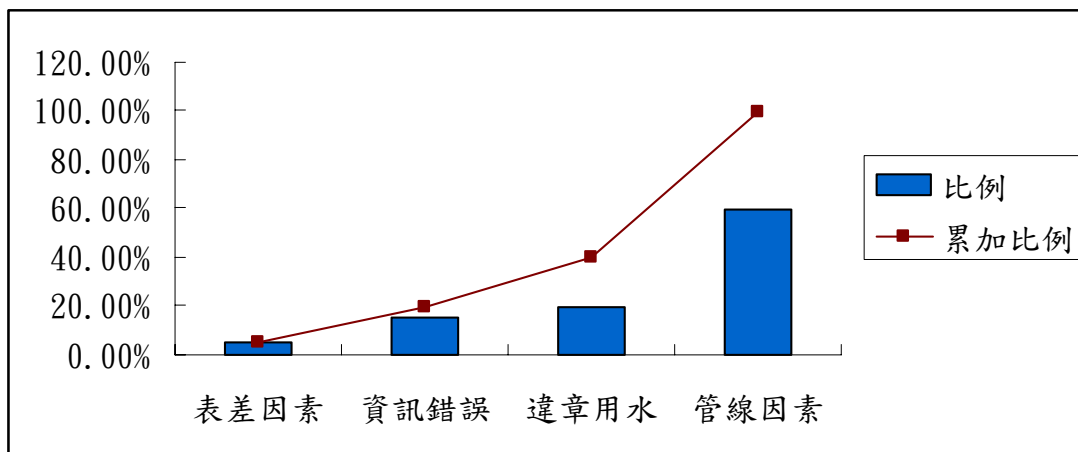


圖 4.3 影響無計費水量改善前柏拉圖

4.3 小區計量降低無計費水量之作業成果

4.3.1 興隆路 2 段 96 巷家美社區區塊

(一) 影響因素

1. 表差因素：經查結果得知期間並無汰換逾齡表資料，因此本區塊無表差因素。
2. 資訊錯誤：本區塊無資訊錯誤因素。
3. 違章用水：經查營業分處抄表股違章稽查單位，本區塊計量期間並無違章稽查資料，惟此現象僅表示本區塊，在此期間未被稽查到有違章用水案件，並不表示本區塊無違章用水情況。
4. 管線因素：查本區管線資料，確實存在部分老舊管線，管線老舊、逾齡造成漏水亦是造成本區售水率偏低主因。

(二) 改善對策

影響本區售水率主要因素管線問題，澈底解決管線漏水問題，惟有進行老舊漏管線汰換修理。92 年抽換東側管線完妥，93 年配合衛工處抽換部分防火巷給水管，94 年分 3 期抽換西側管線，於 8 月份

完成如表 4.5 所示。

表 4.5 家美社區區塊執行配水、給水管線改善施工長度表

小區計量執行施工長度							
計量區域	年度	工程地點	施作配水管 長度(m)	施作給水 管長度(m)	給水外線 表栓數 (ssp)	給水外線 表栓數 (pvc)	
家美社區	93年度	興隆路2段96巷	763	435	43	15	
		小計	763	435	43	15	
	94年度	興隆路2段96巷	435	458	88	0	
		小計	435	458	88	0	
	合計			1,198	893	131	15

(三) 改善成果

家美社區管網改善工程，共分兩階段改善如表 4.6~4.8 所示，完成後共新設配水管 DIP200=1198M，給水管 SSP=893M，拆除配水管 PVC150=1082M，給水管 PVC=813M 所示，給配水管線汰換率如圖 4.4~4.5 所示。

施工完妥後，售水率由 47% 提升至 86% 如圖 4.6~4.7 所示。

表 4.6 家美社區區塊執行配水、給水管線改善完成長度表

工作項目	未改善前	第一階段改善完成(M)	第二階段改善完成(M)	合計(M)
更新給水管		355	458	813
更新配水管		763	319	1082
售水率	47%	76%	86%	

表 4.7 家美社區執行配水、給水管線改善汰換率

用戶數	直接戶	計畫抽換管線長度(M)	已汰換管線長度(M)	汰換率(%)	備註
275	221	給水管=950 配水管=1050	給水管=813 配水管=1082	86% 100%	部分水表位於防火巷內，已於 93年配合衛工處更新為PVC

表 4.8 家美社區區塊執行配水、給水管線改善資料表

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑×數量(安裝日期)	售水率	備註	
		總表		直接			分表	給水管線				配水管線
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm			1. SSP= m				1. DIP= m
		SSP栓數	SSP或DIP栓數	SSP栓數	SSP或DIP栓數		2. PVC= m	2. CIP= m				
非SSP栓數	非SSP或DIP栓數	非SSP栓數	非SSP或DIP栓數	3. PB= m	3. MJP= m							
						4. LP= m	4. PVC= m					
						5. GP= m	5. DIP%=					
						6. SSP%=						
興隆路2段96巷家美社區	改善前	281				54	區域管線=2037.00m		47%			
		6		221			給水管線=938.00m	配水管線=1099.00m				
		6		221			1. SSP=, m	1. DIP=, m				
		6		221			2. PVC=938. m	4. PVC=1099. m				
						DIP%=, %						
						SSP%=, %						
興隆路2段96巷家美社區	第一次	234				54	區域管線=2125.00m		76%			
		6		174			給水管線=1026.00m	配水管線=1099.00m				
		6	0	174	0		1. SSP=435. m	1. DIP=763. m				
		6		174			2. PVC=591. m	4. PVC=336. m				
						DIP%=69. 43%						
						SSP%=42. 4%						
興隆路2段96巷家美社區	第二次	196				146	區域管線=2302.00m		86%			
		11		39			給水管線=1026.00m	配水管線=1276.00m				
		11	0	39	0		1. SSP=893. m	1. DIP=1198. m				
		11		39			2. PVC=133. m	4. PVC=78. m				
						DIP%=93. 89%						
						SSP%=87. 04%						

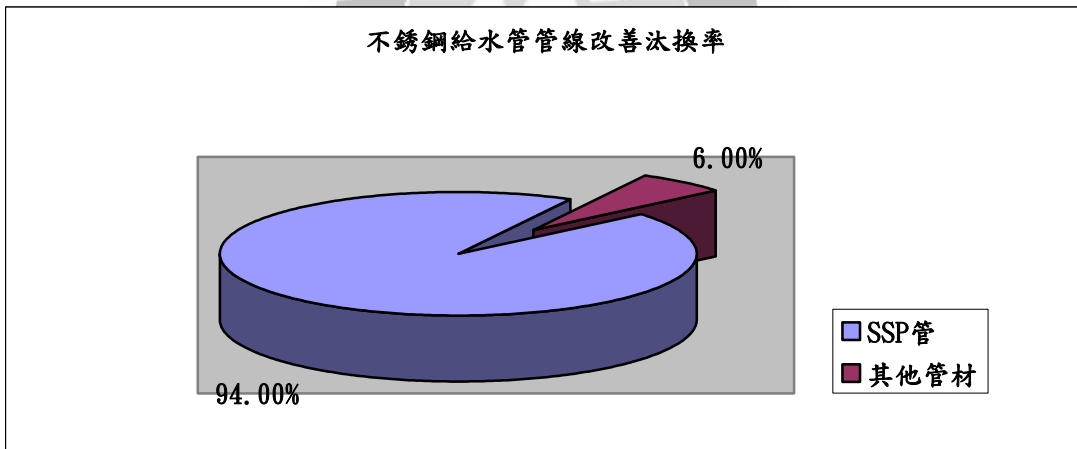


圖 4.4 家美社區區塊不銹鋼給水管管線改善汰換率

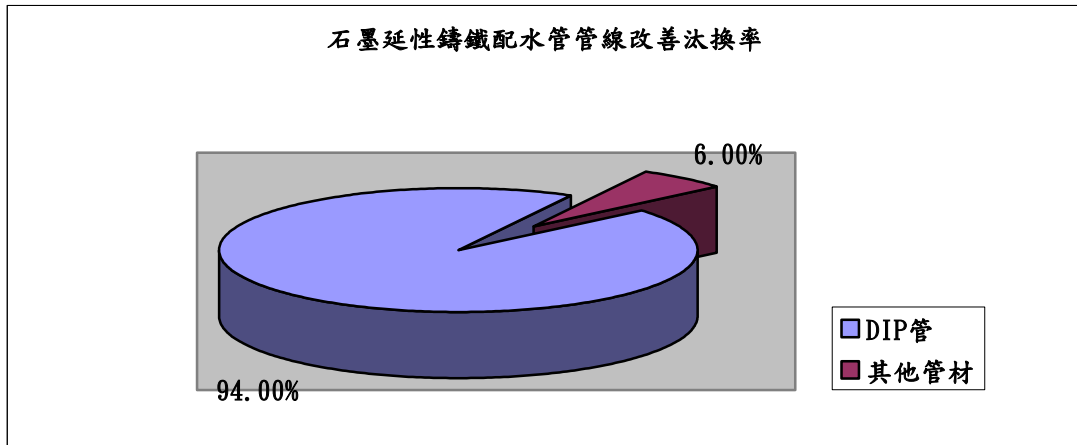


圖 4.5 家美社區區塊石墨延性鑄鐵配水管管線改善汰換率

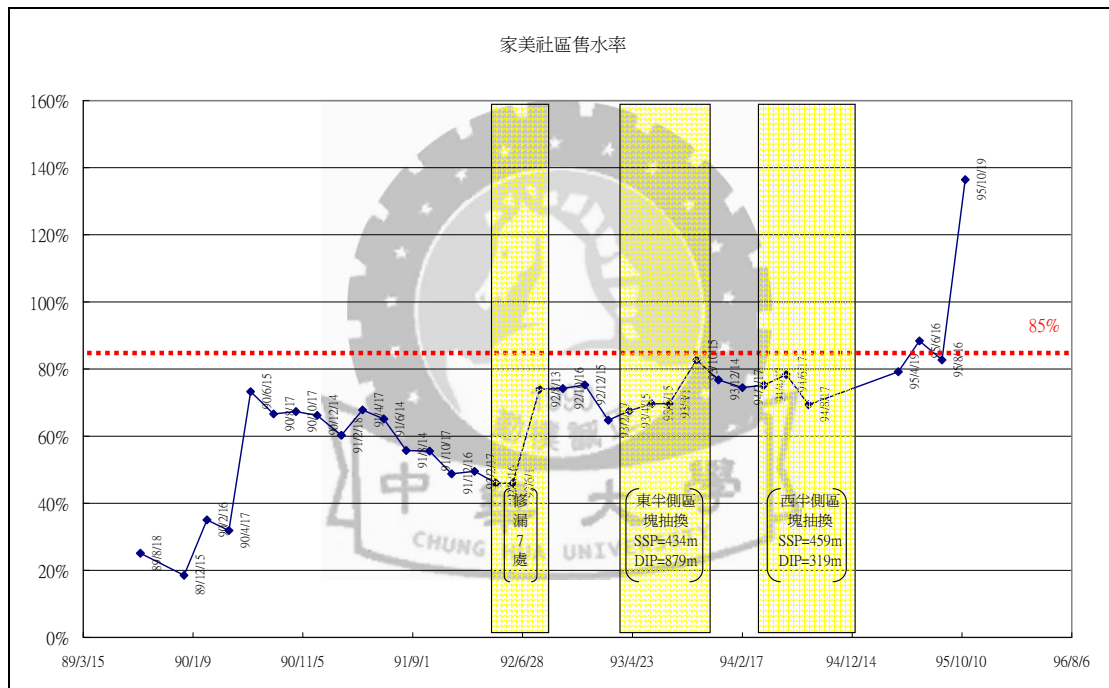


圖 4.6 家美社區區塊售水率

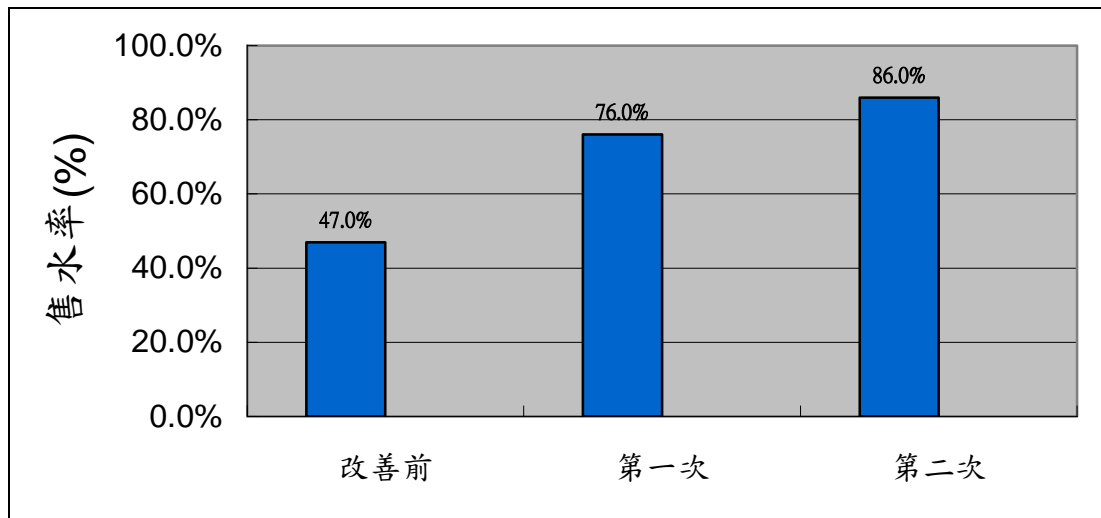


圖 4.7 家美社區區塊階段改善前後售水率

4.3.2 木柵路 4 段 159 巷區塊

(一) 影響因素

1. 表差因素：經查結果得知期間並無汰換逾齡表資料，因此本區塊無表差因素。
2. 資訊錯誤：本區塊無資訊錯誤因素。
3. 違章用水：經查營業分處抄表股違章稽查單位，本區塊計量期間並無違章稽查資料，惟此現象僅表示本區塊，在此期間未被稽查到有違章用水案件，並不表示本區塊無違章用水情況。
4. 管線因素：查本區管線資料，確實存在部分老舊管線，管線老舊、逾齡造成漏水亦是造成本區售水率偏低主因。

(二) 改善對策

影響本區售水率主要因素管線問題，澈底解決管線漏水問題，惟有進行老舊漏管線汰換修理。94年8月份由本分處配合工程抽換並斷除100mm及75mm廢管各1支，9月份抄表發現售水率未達9成，經檢視流量計紀錄，尚有夜間最小流6噸/日，懷疑管線有不明漏水，即於10月初移請檢測股檢測，測無漏水。原預訂辦理夜間最小流測試，經現場勘查有1/3以上總表(直接表)位於屋內無法關閉，因尚有給水管約130m埋於私有產業道路尚未抽換，擬於12月中旬探挖關閉測試夜間最小流，以判定是否為該段給水管漏水。如表4.9所示。

表 4.9 木柵路 4 段 159 巷區塊作業執行施工長度

小區計量執行施工長度							
計量區域	年度	工程地點	施作配水管 長度(m)	施作給水管 長度(m)	給水外線 表栓數 (ssp)	給水外線 表栓數 (pvc)	
木柵路4段159巷	93年度	木柵路4段159巷	645	137	152	23	
		小計	645	137	152	23	
	94年度	木柵路4段159巷	88	287	231	9	
		小計	88	287	231	9	
			合計	733	424	383	32

(三) 改善成果

木柵路4段159巷管網改善工程，共分兩階段改善如表4.10~4.12所示，完成後共新設配水管DIP200=733M，給水管SSP=424M，拆除配水管PVC150=88M，給水管PB=285M，給配水管線汰換率如圖4.8~4.9所示。

施工完妥後，售水率由67%提升至87%如圖4.10~4.11所示。

表 4.10 木柵路 4 段 159 巷區塊執行配水、給水管線改善完成長度表

工作項目	未改善前	第一階段改善完成(M)	第二階段改善完成(M)	合計(M)
更新給水管		137	287	424
更新配水管			88	88
售水率	67%	80%	87%	

表 4.11 木柵路 4 段 159 巷區塊執行配水、給水管線改善汰換率

用戶數	直接戶	計畫抽換管線長度(M)	已汰換管線長度(M)	汰換率(%)	備註
495	76	給水管=424	給水管=424	100%	
		配水管=88	配水管=88	100%	

表 4.12 木柵路 4 段 159 巷區塊執行配水、給水管線改善資料表

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑×數量(安裝日期)	售水率	備註
		總表		直接			給水管線	配水管線			
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm		1. SSP= m	1. DIP= m			
		SSP栓數	SSP或DIP栓數	SSP栓數	SSP或DIP栓數		2. PVC= m	2. CIP= m			
木柵路4段159巷	改善前	495				415	區域管線=1117.00m		67%		
		36		44			給水管線=384.00m	配水管線=733.00m			
		35	1	44	0		1. SSP=75. m	1. DIP=645. m			
		5		1			2. PVC=24. m				
		30	1	43		3. PB=285. m		4. PVC=88. m			
								DIP%=87.99%			
						SSP%=19.53%					
木柵路4段159巷	第一次	7					區域管線=1209.00m		80%		
		7		0			給水管線=476.00m	配水管線=733.00m			
		7	0	0	0		1. SSP=137. m	1. DIP=645. m			
		7					2. PVC=154. m				
						3. PB=185. m		4. PVC=88. m			
								DIP%=87.99%			
						SSP%=28.78%					
木柵路4段159巷	第二次	10					區域管線=1287.00m		87%		
		10		0			給水管線=554.00m	配水管線=733.00m			
		10	0	0	0		1. SSP=424. m	1. DIP=733. m			
		10					2. PVC=130. m				
								DIP%=100. %			
						SSP%=76.53%					

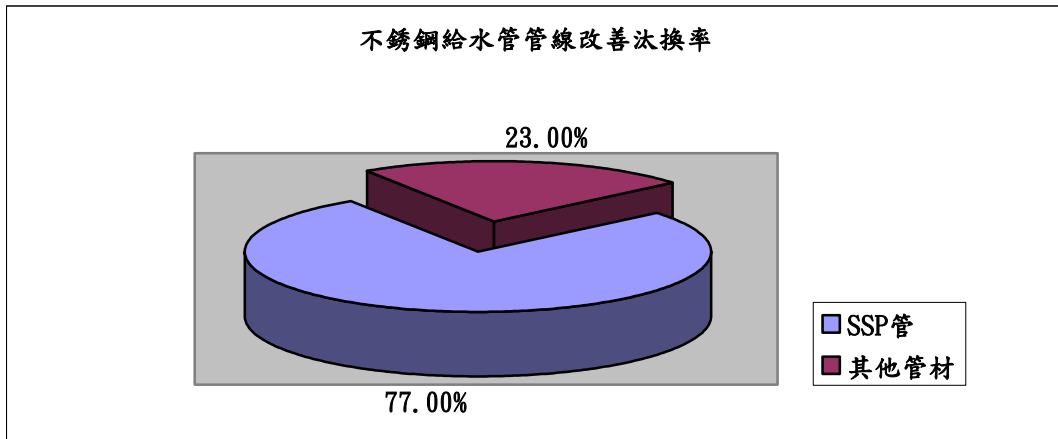


圖 4.8 木柵路 4 段 159 巷區塊不銹鋼給水管管線改善汰換率

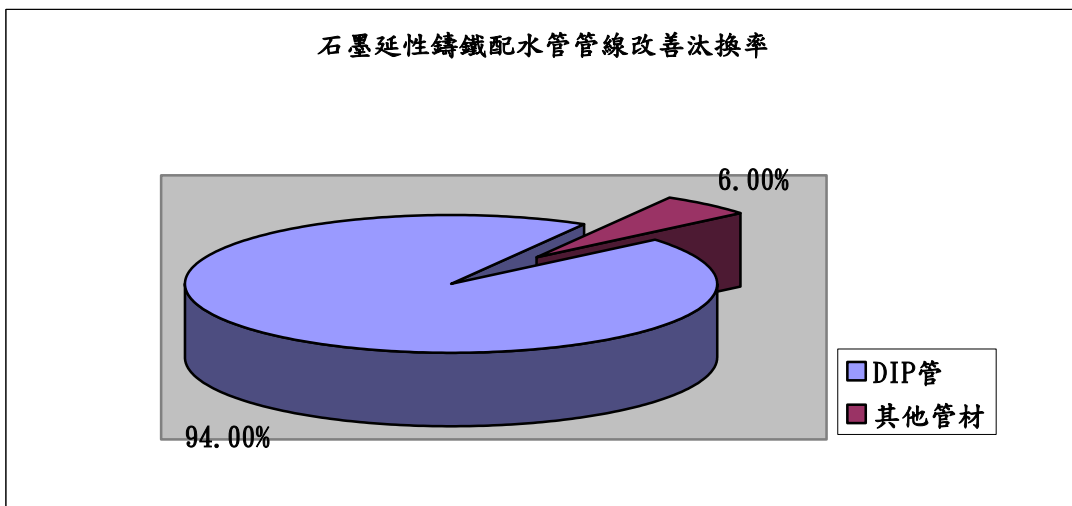


圖 4.9 木柵路 4 段 159 巷區塊石墨延性鑄鐵配水管管線改善汰換率

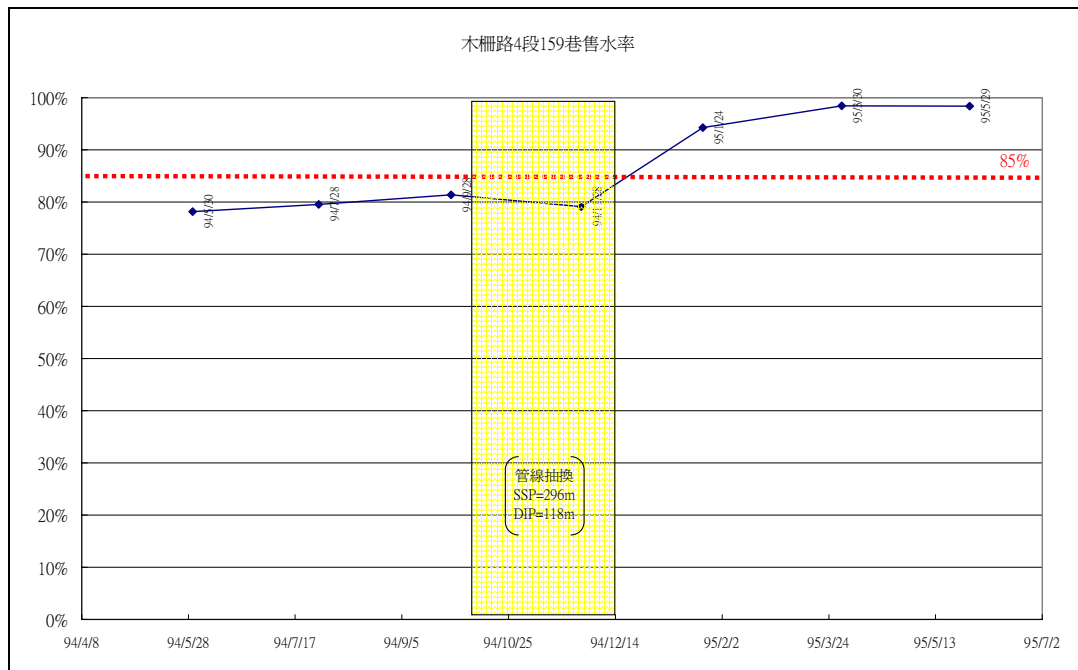


圖 4.10 木柵路 4 段 159 巷區塊售水率

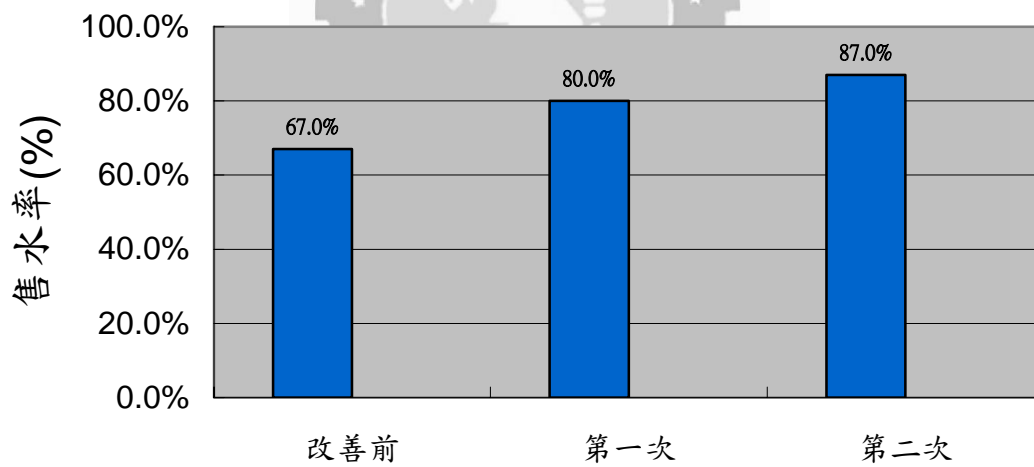


圖 4.11 木柵路 4 段 159 巷區塊階段改善前後售水率

4.3.3 仁愛路、敦化南路區塊

(一) 影響因素

1. 表差因素：經查結果得知期間並無汰換逾齡表資料，因此本區塊無表差因素。
2. 資訊錯誤：本區塊無資訊錯誤因素。
3. 違章用水：經查營業分處抄表股違章稽查單位，本區塊計量期間並無違章稽查資料，惟此現象僅表示本區塊，在此期間未被稽查到有違章用水案件，並不表示本區塊無違章用水情況。
4. 管線因素：查本區管線資料，確實存在部分老舊管線，管線老舊、逾齡造成漏水亦是造成本區售水率偏低主因。

(二) 改善對策

影響本區售水率主要因素管線問題，澈底解決管線漏水問題，惟有進行老舊漏管線汰換修理。本區塊於敦化南路 1 段 295 巷以北管線已於 93 年度抽換完成，以南部份管線 94 年 5 月 30 日路証核發共 6 期，94 年 11 月 6 日完成第二階段施工，其中安和路 1 段 78 巷及 90 巷目前禁挖中，俟 97 年 10 月 19 日禁挖解除後再行施工如表 4.13 所示。

表 4.13 仁愛路、敦化南路區塊作業執行配水、給水管線改善施工長度表

小區計量執行施工長度						
計量區域	年度	工程地點	施作配水管 長度(m)	施作給水 管長度(m)	給水外線 表栓數 (ssp)	給水外線 表栓數 (pvc)
仁愛路、敦化南 路	92年度	仁愛路4段112巷、122巷	539.4	87.4	16	0
		小計	539.4	87.4	16	0
	93年度	敦化南路一段295巷	350	78	20	0
		小計	350	78	20	0
	94年度	仁愛路4段112, 122巷; 敦化南 路1段329巷; 安和路1段78, 90 巷; 信義路4段199巷等	984.5	303	89	0
		小計	984.5	303	89	0
	合計			1,873.9	468.4	125

(四) 改善成果

仁愛路、敦化南路管網改善工程，共分兩階段改善如表 4.14~4.16 所示，完成後共新設配水管 DIP200=1873.9M、MJP=78M，給水管 SSP=468M，拆除配水管 PVC150=82M、CIP=1900M，給水管 PB=40M、LP=107M、PVC=393M、GIP=192M，給配水管線汰換率如圖 4.12~4.13 所示。

施工完妥後，售水率由 58% 提升至 92% 如圖 4.14~4.15 所示。

表 4.14 仁愛路、敦化南路區塊執行配水、給水管線改善完成長度表

工作項目	未改善前	第一階段改善完成(M)	第二階段改善完成(M)	合計(M)
更新給水管		242	370	612
更新配水管		956	1013	1969
售水率	58%	72%	92%	

表 4.15 仁愛路、敦化南路區塊執行配水、給水管線改善汰換率

用戶數	直接戶	計畫抽換管線長度(M)	已汰換管線長度(M)	汰換率(%)	備註
1312	211	給水管=660	給水管=612	93%	
		配水管=2115	配水管=1969	93%	

表 4.16 仁愛路、敦化南路區塊執行配水、給水管線改善資料表

範圍	改善階段	戶數				逾齡表戶數	區域管線		計量表口徑×數量(安裝日期)	售水率(漏)	備註	
		總表		直接			分表	給水管線				配水管線
		≤40mm	≥50mm	≤40mm	≥50mm			1. SSP= m				1. DIP= m
仁愛路敦化南路	改善前	1312				1223	區域管線=4019.00m		58%			
		122		89			給水管線=1509.00m	配水管線=2510.00m				
		0	0	0	0		1. SSP=136. m	1. DIP=470. m				
							2. PVC=966. m	2. CIP=1900. m				
仁愛路敦化南路	第一次	1312				1223	區域管線=3710.00m		72%			
		122		89			給水管線=1200.00m	配水管線=2510.00m				
		0	0	0	0		1. SSP=428. m	1. DIP=1426. m				
							2. PVC=655. m	2. CIP=944. m				
仁愛路敦化南路	第二次	1312				1223	區域管線=3725.00m		92%			
		122		89			給水管線=1245.00m	配水管線=2480.00m				
		0	0	0	0		1. SSP=604. m	1. DIP=2344. m				
							2. PVC=573. m	2. CIP= m				

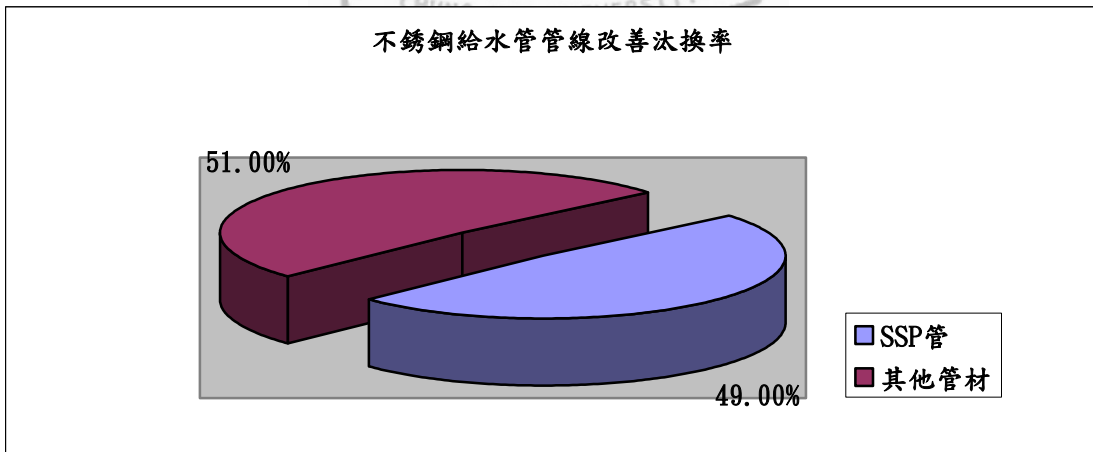


圖 4.12 仁愛路、敦化南路區塊不銹鋼給水管管線改善汰換率

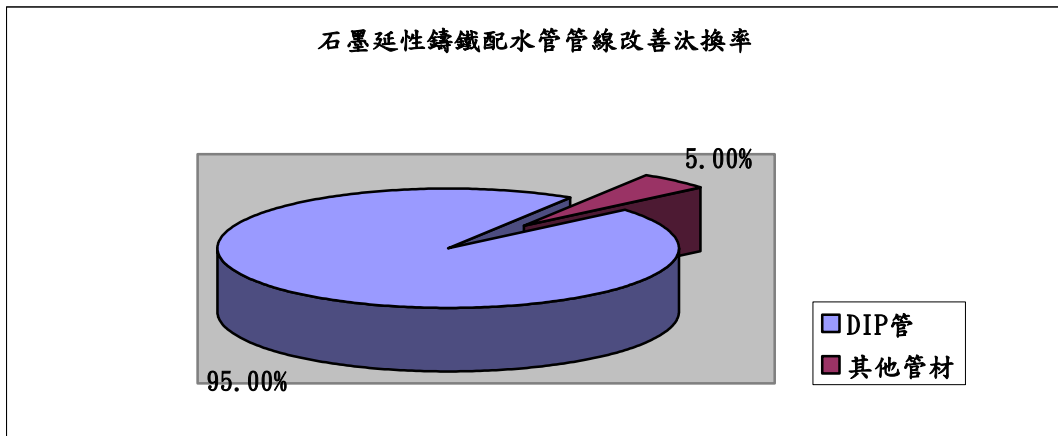


圖 4.13 仁愛路、敦化南路區塊石墨延性鑄鐵配水管管線改善汰換率

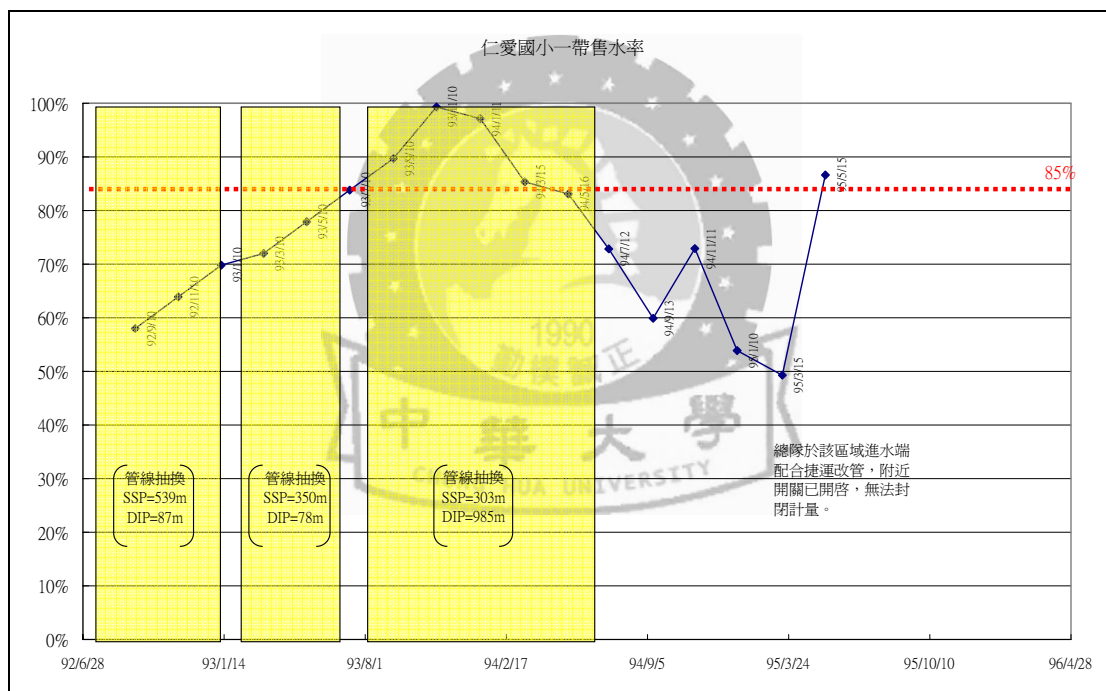


圖 4.14 仁愛路、敦化南路區塊售水率

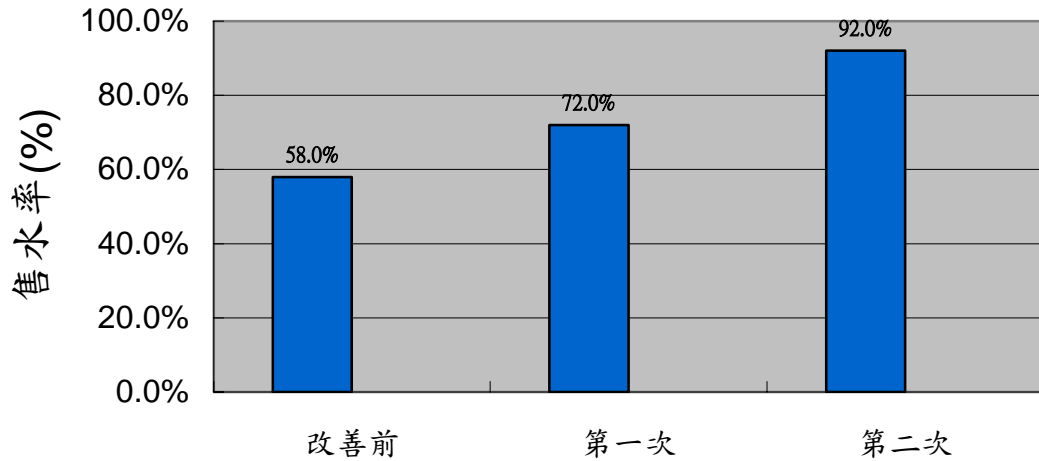


圖 4.15 仁愛路、敦化南路區塊階段改善前後售水率

4.3.4 三區塊成果比較

一、區塊成果分析比較：

表 4.17 三區塊執行配水、給水管線改善完成長度比較表

範圍	工作項目	未改善前	第一階段改善完成(M)	第二階段改善完成(M)	合計(M)
家美社區	更新給水管		355	458	813
	更新配水管		763	319	1082
	售水率	47%	76%	86%	
木柵路4段 159巷	更新給水管		137	287	424
	更新配水管			88	88
	售水率	67%	80%	87%	
仁愛路	更新給水管		242	370	612
	更新配水管		956	1013	1969
	售水率	58%	72%	92%	

表 4.18 三區塊執行配水、給水管線改善汰換率

範圍	用戶數	直接戶	計畫抽換管線長度(M)	已汰換管線長度(M)	汰換率(%)
家美社區	275	221	給水管=950	給水管=813	86%
			配水管=1050	配水管=1082	100%
木柵路4段159巷	495	76	給水管=424	給水管=424	100%
			配水管=88	配水管=88	100%
仁愛路	1312	211	給水管=660	給水管=612	93%
			配水管=2115	配水管=1969	93%

表 4.19 三區塊作業執行配水、給水管線改善施工長度比較表

小區計量執行施工長度						
計量區域	年度	工程地點	施作配水管長度(m)	施作給水管長度(m)	給水外線表栓數(ssp)	給水外線表栓數(pvc)
家美社區	93年度	興隆路2段96巷	763	435	43	15
		小計	763	435	43	15
	94年度	興隆路2段96巷	435	458	88	0
		小計	435	458	88	0
	合計		1,198	893	131	15
木柵路4段159巷	93年度	木柵路4段159巷	645	137	152	23
		小計	645	137	152	23
	94年度	木柵路4段159巷	88	287	231	9
		小計	88	287	231	9
	合計		733	424	383	32
仁愛路、信義路	92年度	仁愛路4段112巷、122巷	539.4	87.4	16	0
		小計	539.4	87.4	16	0
	93年度	敦化南路一段295巷	350	78	20	0
		小計	350	78	20	0
	94年度	仁愛路4段112, 122巷; 敦化南路1段329巷; 安和路1段78, 90巷; 信義路4段199巷等	984.5	303	89	0
		小計	984.5	303	89	0
		合計	1,873.90	468.4	125	0

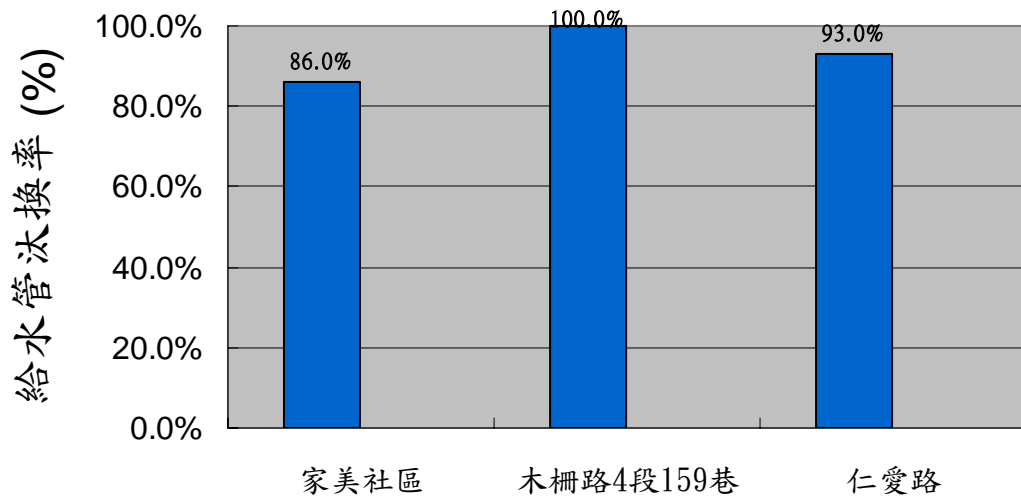


圖 4.16 三區塊給水管管線改善汰換率比較

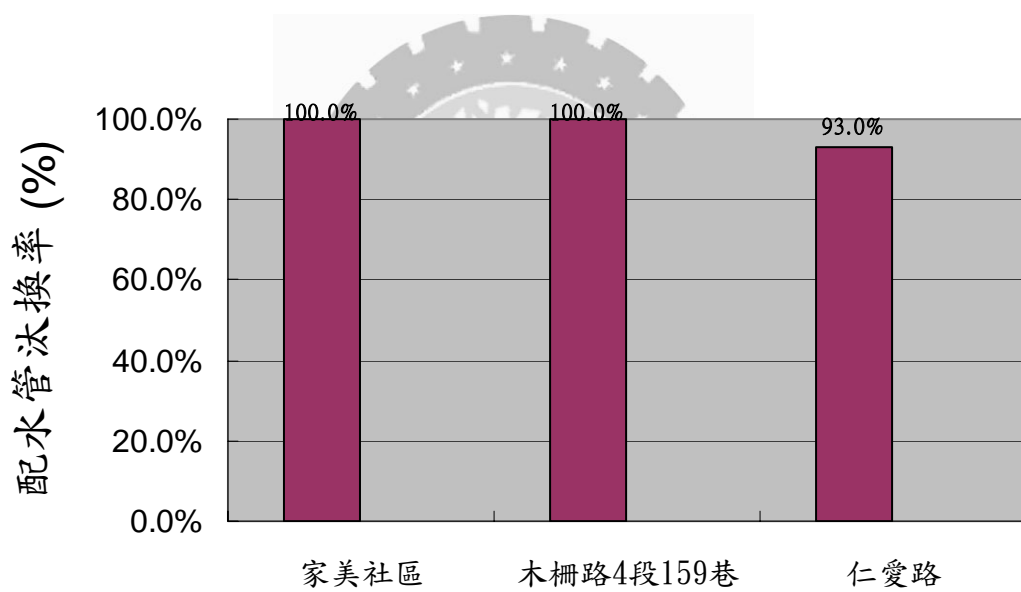


圖 4.17 三區塊配水管管線改善汰換率比較

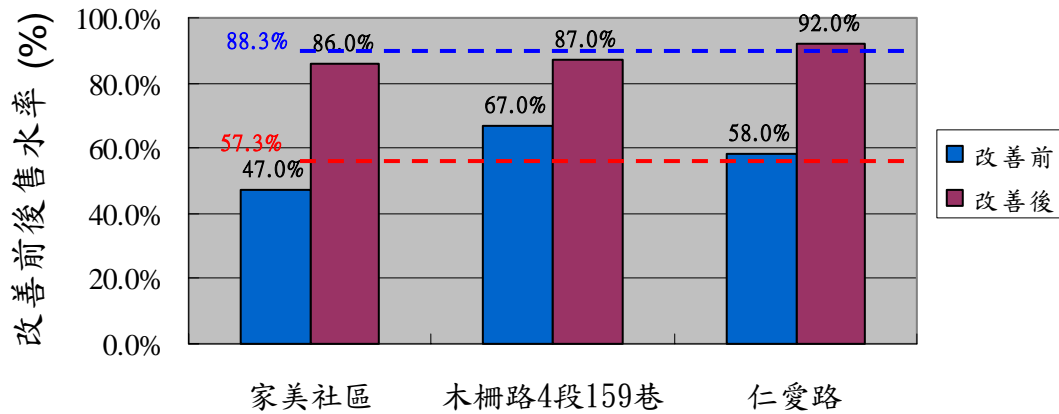


圖 4.18 三區塊階段改善前後售水率比較

自來水管線老舊是影響售水率最主要因素，因此，家美社區區塊、木柵路 4 段 159 巷區塊、仁愛路、敦化南路區塊三區經進行管線抽換後，售水率家美社區區塊 47% 提升至 86%、木柵路 4 段 159 巷區塊由 67% 提升至 87%、仁愛路、敦化南路區塊由 58% 提升至 92%。

4.4 效益分析

本研究乃依北水處財物標準分類，最低使用年限球墨鑄鐵管及不銹鋼管均為 40 年如表 4.22 所示、現行水價架構如表 4.21 所示及歷年配水量、售水率及每人每日用水量綜合表如表 4.20 所示來做概略之效益分析，本研究假設已汰換之管線，40 年內無需再次換分析，售水率平均 66.81%，即減少之漏水量有 66.81% 可成為有效水量之計費水量。

表 4.20 北水處歷年配水量、售水率及每人每日用水量綜合表

年度	配水量 (1,000M ³)	售水率	每人每日用水量 (liter)
72	455,482	71.32	280
73	485,660	71.30	288
74	524,491	72.05	303
75	551,790	72.47	311
76	592,890	72.54	326
77	614,261	74.38	339
78	646,804	74.81	355
79	675,239	75.73	371
80	704,763	75.03	381
81	747,605	73.37	371
82	848,780	66.85	382
83	880,610	63.19	363
84	896,420	60.78	359
85	908,400	62.82	356
86	866,060	62.64	358
87	883,930	63.43	364
88	971,165	58.23	369
89	1,102,100	52.05	373
90	1,076,670	54.20	375
91	952,217	58.82	348

表 4.21 台北自來水事業處現行水價架構

一、用水量級別及累進計費價格表(每戶每月)												
用水量級別 水量及水價	基本 費	使用水量及累進單價										
		一	二	三	四	五						
用水量 (M ³)	照下 表計 算	1-20	21-60	61-200	201-1000	1001 以上						
每 M ³ 單價 (元)		5.00	5.20	5.70	6.50	7.60						
累進差額 (元)		-	4.00	34.00	194.00	1294.00						
二、基本水費表(每戶每月)												
水表口 徑(公 厘)	13	20	25	40	50	75	100	150	200	250	300 以 上	
基本費 (元/月)	17	68	126	374	680	1836	3638	10098	20060	35428	55590	
自民國八十三年三月一日起實施												

表 4.22 北水處財物標準分類(最低使用年限)

財產名稱(管材)	最低使用年限 (87 年增訂版)	備註
石墨鑄鐵管	40	
不鏽鋼管	40	
鑄鐵管	20	
鋼筋混凝土管	20	
預力混凝土管	20	
鋼鐵管	15	
塑膠管	15	
聚乙烯管	15	
石棉管	15	
白鐵管	10	
玻璃纖維管	10	
鑄鐵管(C.L.P)	10	非 87 年增訂，僅本評估適用
鉛管	10	
P.P 管	10	
P.B 管	10	

表 4.23 三區塊因採用小區計量而減少漏水量統計表

區塊名稱	減少之漏水量(噸)	
	92~95年	95年
家美社區(S03903、S04902)	130,268	40,518
木柵路4段159巷(S04901)	115,504	32,376
仁愛國小一帶(S04904)	326,531	120,196

- (一) 由表 4.23 可知，92~95 年間三區塊（總戶數 2,088 戶）分別節省 130,268 噸、115,504 噸、326,531 噸，其中 66.81% 為有效水量，依以 7.6 元/噸計算，40 年可節省浪費約 29,059,028 元(時間價值不考慮)。
- (二) 換算整個台北供水區域可節省約達 209 億 2250 萬元（台北供水區域戶數為 1,503,353 戶）。



第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究進行小區計量作業之探討，透過對台北自來水事業處南區95年以前所完成之小區計量區塊做分析探討，藉由裝設流量計，量測區塊內用水情況，分析售水率，並搭配管網改善之方式，本研究得出以下結論：

- 一、降低無計費水量之方式各有其優缺點之存在，因此採方式有效之相互搭配使用將有助於檢測降低無計費水量效益的提升，減少水資源之浪費與損失。
- 二、老舊管線是影響無計費水量偏高之主要原因，因此透過小區計量搭配管網改善可有效降低無計費水量。
- 三、本研究三區塊，家美社區區塊、木柵路4段159巷區塊、仁愛路、敦化南路區塊三區經透過小區計量分析並進行管線抽換後，售水率家美社區區塊由47% 提升至86%、木柵路4段159巷區塊由67% 提升至87%、仁愛路、敦化南路區塊由58% 提升至92%，證實透過小區計量作業可以降低無計費水量。

5.2 貢獻

本研究之貢獻：

- 一、本研究透過次級資料分析國內配水管網管理及防漏對策做法、面臨窒礙問題及解決方法。

- 二、本研究已完成探討小區計量技術之基本架構、應用範圍與相關之現行技術水準與發展趨勢，並針對其執行成果做分析比較。

5.3 建議

本研究探討以小區計量降低無計費水量之區塊僅是台北自來水事業處小區計量作業區塊之一部分，為使分析數據更加完整，本研究提出下列建議：

- 一、擴大執行小區計量作業

擴大執行小區計量作業，並收集更多區塊作業資料數據，研究夜間最小流量與售水率關係，透過更精細之成本分析，定義出最適漏水率。

- 二、小區計量作業搭配電子化技術

小區計量作業配合台北自來水事業處自來水地理資訊系統整合 GIS 與 GPS 技術並結合 PDA，能更有效之管理與現場施作之正確性與效率性之提高，並降低成本。

- 三、小區計量作業區塊管理簿之建立

將小區計量作業區塊內之相關資料建立完整之管理簿，並於現場作相關註記，以利對照，日後倘若於區塊內操作、汰換或新設等，均通知管理單位，便於區塊之管理與資料之更新，以利於後續管理與分析之便。

參考文獻

1. 台北自來水事業處，「台北自來水供水管網改善計畫」，巨廷工程顧問公司，2004。
2. 洪志初，「台灣省自來水漏水原因探討及其控制成效案例分析」，國立成功大學碩士論文，2004。
3. 台北自來水事業處，「漏水改善計畫專案報告」，2004。
4. 中華民國自來水協會，「減少漏損及無費用水之經濟研究」，1997。
5. 林子立，「效率檢漏與降低漏水率」，自來水會刊，第 24 卷，第 1 期，第 80-93 頁，2005。
6. 朱撼湘，「小區檢測利用夜間最小流量判斷漏水量」，自來水會刊，第 24 卷，第 1 期，第 50-68 頁，2005。
7. 「利用小區計量提升民生社區售水率」，台北市政府公務人員訓練中心，第五十二期中階管理才能發展研習班-專題研究報告，2004。
8. 郭建華、邱嘉南、林河山，「小區計量經驗談」，自來水會刊，第 24 卷，第 1 期，第 75~79 頁，2005。
9. 臺北自來水事業處，「管網改善計畫綱要（草案）」，2003。
10. 臺北自來水事業處，「供水管網改善計畫中程」，2002。
11. 臺北自來水事業處，「臺北自來水事業處供水管網改善計畫（期初報告）」，巨廷工程顧問股份有限公司，2003。
12. 朱聖心、廖介廷、廖文哲、吳錦振、張俊超，「應用品管圈活動提昇售水率」，自來水會刊，第 24 卷，第 1 期，第 69~74 頁，2005。