

以下介紹幾種常見的 NDT 測漏技術。

### 1. 聽音法測漏

聽音法是最早也最普遍使用的測漏方式，因壓力管漏水時會發出聲響（漏水點之噴水磨擦聲或是管壁之震動），聲響之大小、頻率與管線的材質、口徑、壓力及所在地質環境有關，漏水聲有其特徵，且會經由管線及地層傳遞，受過良好訓練且具備豐富經驗的測漏人員可以透過特殊設計的聽音器材，如聽音棒、聽音器在漏水點附近聽出漏水聲，進而找到漏水點。

早期測漏人員多採用機械式聽音棒，純粹依賴檢測人員對聲音之靈敏程度，憑藉的是天賦能力與主觀認定，因此無法對檢測結果得到客觀之答案，而在電子科技進步之後，聲音可以放大及過濾，新形之過濾器(Filter)可區分為高頻、中頻、低頻及全頻之選擇，讓檢測人員可得到較從前更清楚之聲音。

漏水聲通常相當微弱，經過傳遞後更會逐漸衰減(Attenuation)，因此聽音法一般會先選擇制水閥、栓或水表(圖1)等可直接接觸管線之處利用聽音棒探聽，若探聽到漏水聲，表示該段管線上某處正發生滲漏。之後則更進一步於路面上沿著該段管線的位置，間隔 1~2 公尺逐點探聽，以偵測出漏水點。

噪音是聽音法的大敵，因此路面聽音工作通常於安靜的夜間時段進行，可獲得較佳的聲音品質。



圖1 於水表處實施聽音法測漏

### 2. 相關式測漏法(Correlative Water Leak Located Method)

人耳所能聽到的音頻及音量有限，所以不見得能聽出漏水聲，相關式測漏法即是利用靈敏度極高的音波檢知器(Sensor)來聽聽人耳所聽不到的漏水聲。

此方法通常採用二具音波檢知器(如圖2所示)，分置於管線二端之閘栓上。漏水聲會沿著管線傳遞至閘栓而被音波檢知器接收，再經由訊號放大器(Amplifier)放大，並傳送至主機進行交叉比對計算。

檢知器傳感方式通常提供兩種設計：直接式檢知器(Accelerometer Sensor)及水中檢知器(Hydrophone Sensor)。漏點之聲音係藉由水體傳到檢知器，而檢知器因緊密貼附於閘栓，故較能屏除外界之干擾聲音，如路面噪音、機具振動聲及人聲。

濾波器(Filter)範圍之選擇，對檢測結果有最直接之影響，因此美國自來水工作協會及國際自來水供應協會發表了針對不同管材、管徑範圍、波傳速度時使用直接式/水中探頭適用之音頻範圍表供參考，如表1所示。

讀者們也許很好奇，儀器怎麼分辨出漏水音與其它聲音呢？

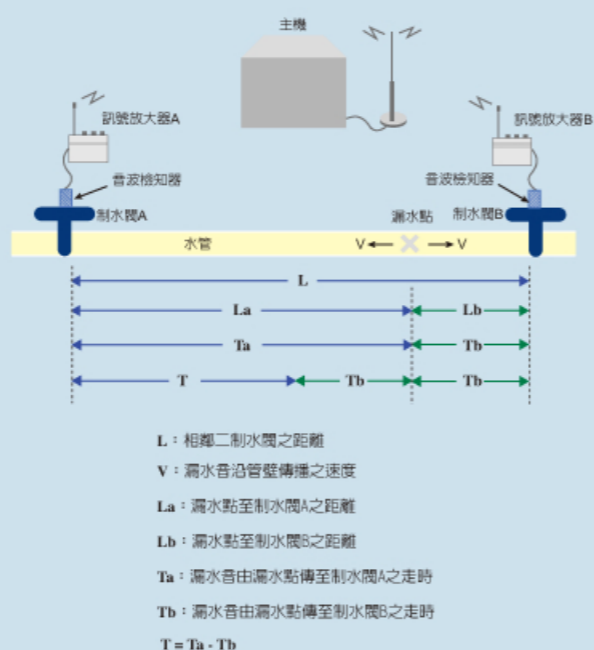


圖2 相關式測漏法示意圖

管線材質	管徑尺寸(mm)	傳遞速度(m/s)	接觸式檢知器濾波範圍(Hz)	水中檢知器濾波範圍(Hz)
石棉水泥管 ACP	< 100	1080	100-1000	25-500
	100-200	1010		
	210-350	980		
	360-500	960		
	510-800	930		
鑄鐵管 CIP	< 100	1280	100-2000	25-1000
	100-200	1220		
	210-300	1160		
	310-400	1120		
	410-600	1100		
水泥管 RCP	< 500	1160	100-1000	25-500
	500-750	1110		
	760-1000	1060		
	1010-1500	1030		
	> 1500	1000		
鋼管 COP	< 15	1290	100-2000	25-1000
	15-25	1220		
	26-50	1180		
	> 50	1100		
石墨鑄鐵管 DIP	< 100	1320	100-2000	25-1000
	100-200	1280		
	210-300	1210		
	310-400	1180		
	410-600	1130		
	610-800	1110		
	810-1000	1070		
	> 1000	1050		
石墨鑄鐵水泥管DCLP	< 250	1140	100-2000	25-1000
	250-500	1120		
	510-750	1100		
	760-1000	1050		
	> 1000	1010		
馬口鐵管 GIP	< 100	1320	100-2000	25-1000
	100-200	1280		
	210-300	1210		
	310-400	1180		
	410-600	1130		
	610-800	1110		
	810-1000	1070		
	> 1000	1050		
高密度PE管 HDPEP	< 25	395	25-500	3-250
	25-50	380		
	60-150	370		
	> 150	350		
鉛管 LEP	< 25	1220	100-1000	25-500
	> 25	1160		
中密度PE管 MDPEP	< 25	380	25-500	3-250
	25-50	360		
	60-150	350		
	< 150	340		
塑膠管 PVCP	< 25	660	25-500	3-250
	25-50	565		
	60-100	540		
	110-200	530		
	> 200	520		
鋼管 STP	< 25	1390	500-2000	100-2000
	25-100	1330		
	110-200	1200		
	210-300	1150		
	310-500	1060		
	510-750	1020		
	760-900	980		
	> 900	910		

表1 相關式測漏建議濾波範圍對照表