

隧道式洗衣機用水回收利用簡介

財團法人長庚紀念醫院/簡宗益

一、前言

水是維持生命所必需的物質，是人類永續生存的命脈，不是取之不盡用之不竭的天然產物，然由於社會環境結構改變，國人用水量大幅增加，但臺灣地型狹長，地勢陡峻，溪流均發源於高山峻嶺，水流短急。尤其夏季多颱風暴雨，再加上水庫長年淤泥及開發困難，蓄水量有限，致大部份水量因而逕流入海。故近年缺水問題有日趨嚴重之勢，為避免缺水而嚴重衝擊民生問題、經濟發展與醫療作業品質，必須即時力行節約用水。節約用水方式很多諸如省水馬桶、龍頭、淋浴、用洗滌水澆花等等，但分析民生用水結構以洗滌用水比率最大，因此如能由洗滌設施(如隧道式洗衣機)改善著手將可得事半功倍之效。

二、隧道式與傳統洗衣機作業方式比較

1. 隧道式洗衣機 (CBW) 為連續式內筒，將洗滌之布品，置入槽內由連續之翻滾及向前傳送之方式(衣物傳送方向係由後往前傳送，而清洗用水則由前往後反方向傳送，以達用水回收再利用之目地)，依 CBW 之內筒槽數，而訂定洗衣之步驟，將布品洗淨，再經由壓榨力或離心力之方式，將布品所吸含之水份排出。今就醫院洗滌之重度污染布品而言，若以 CBW 隧道式洗衣機之洗滌方式而論，假設以九槽之 CBW 隧道式洗衣機所洗滌布品，每槽 50 公斤之布品裝載量，則九槽之內筒可依序分為下列洗滌程式：

NO:1 預洗	NO:2 NO:3 NO:4 第一段主洗	NO:5 NO:6 第二段主洗	NO:7 NO:8 清洗	NO:9 加中和劑
高水位	中水位	高水位	中水位	高水位
水排↓	低水位	低水位	低水位	水排↓
水排↓	水排↓	水排↓	水排↓	水排↓

設定高水位為 155 公升、中水位為 120 公升、低水位為 90 公升 則 50 公斤之布品洗滌由第一槽至第九槽之洗滌用水量為 高水位 155 公升×3 槽 = 465 公升 (A) 中水位 120 公升×3 槽 = 360 公升 (B) 低水位 90 公升×3 槽 = 270 公升 (C) A + B + C 為 1095 公升，此為 CBW 內筒無任何布品時，第一個 50 公斤之布品置入第一槽至第九槽洗

滌後所需水量。由於 CBW 屬連續式的洗滌，當第二個 50 公斤之布品置入槽內後所需之加水量為第一槽高水位為 155 公升、第八槽中水位為 120 公升、第九槽高水位為 155 公升所以第二個布品洗滌時所耗的新鮮加水量為 430 公升；爾後，NO3、NO4 NO100 之每個布品用水之新鮮加水量均為 430 公升。設每天洗滌 5 公噸(50 公斤 X100 次)之布品量，即總新鮮加水量為 $99 \times 430 + 1 \times 1095 = 43665$ 公升 (D)

2. 傳統式洗衣機為單一內筒，將洗滌之布品置入內筒後，經由洗衣機程式之設定及運轉，將布品洗滌清潔完畢後，再經由脫水行程將布品以離心力方式把水份脫乾。以傳統式洗衣機洗滌方式而論，假設條件同 CBW，洗衣程序步驟如下：

NO:1 預洗	NO:2	NO:3 第一段主洗	NO:4	NO:5	NO:6 第二段主洗	NO:7	NO:8 清洗	NO:9 加中和劑
高水位		中水位	高水位		中水位		中水位	高水位
水排	低水位	水排	水排	低水位	水排	低水位	水排	水排

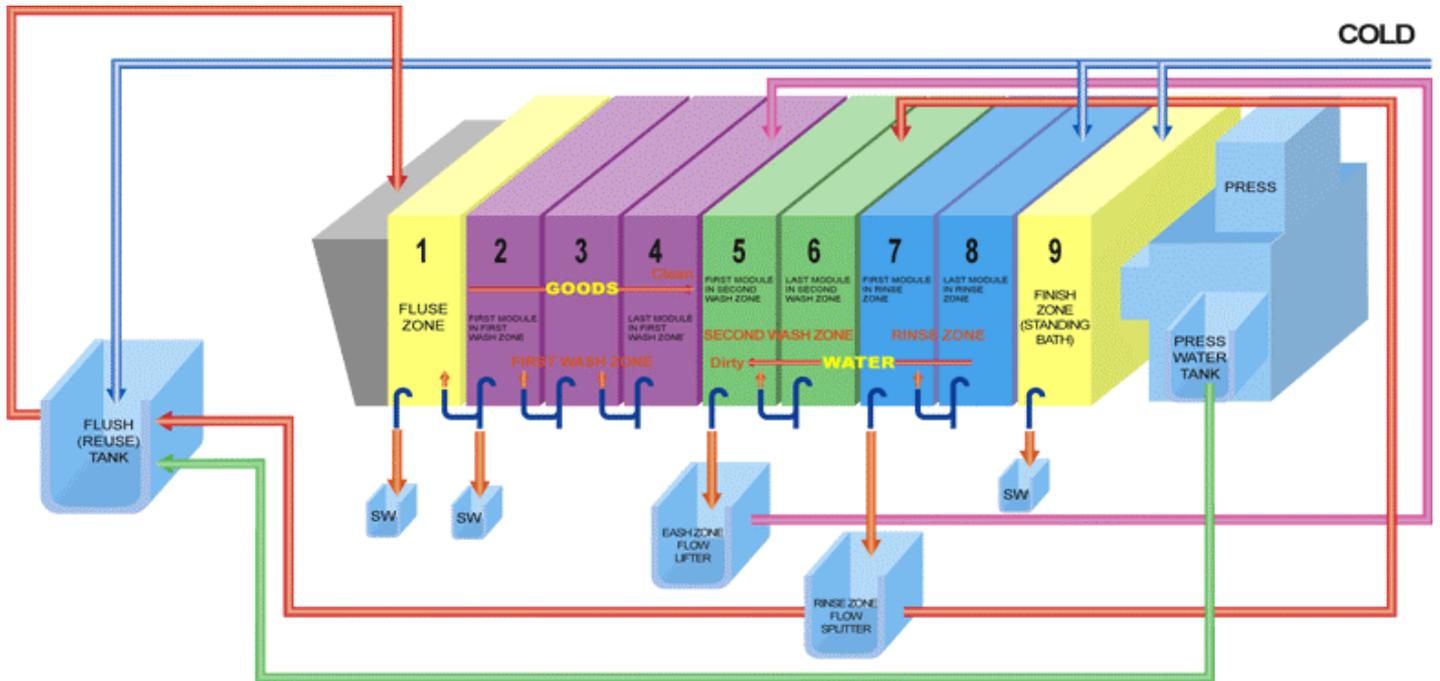
則每一個 50 公斤之布品洗滌用水量為 1,095 公升；每天洗滌 5 公噸(50 公斤 X100 次)之布品量，則總用水量為 $1095 \times 100 = 109500$ 公升 (E)
因為傳統式洗衣機之每個行程均直接排水，所以用水量需各自加總。

三、隧道式與傳統洗衣機用水回收考量

1. 隧道式洗衣機：下圖為隧道式洗衣機之節水控制流程圖，因第一槽為預洗，最主要目的是將布品所含最污穢之雜物先行洗滌，故該槽以部份回收水清洗，其清洗後之污水則直接排放不再回收利用；第九槽係中和衣物酸鹼度一般添加醋酸為避免與鹼性清潔劑中和影響清潔效果，亦直接排放不回收利用；而第五、七槽及經壓榨機或離心力脫水機所排之水，雖非新鮮水，但其水質仍可回收供上段較髒衣物清洗用水重覆再利用，藉以降低水資源的浪費。故第五節及第七節各自排水後，會各自儲存到不同的回收水櫃，再各自供給第四節及第六節之用水；而布品經由壓榨機排放的水亦可回收至第一回收水櫃再次利用，達到省水之效益。
2. 傳統式洗衣機：機器原設計無法依水質潔淨度區分回收再利用(每段清洗用水均直接排放)，若要回收，需另設三座大型水槽來儲存回收水再區分利用；此方式不僅浪費空間亦需增加用人作業成本，並不符合經濟效益。



▶ 隧道式洗衣機節水控制流程圖



四、隧道式與傳統式洗衣機優成本分析

隧道式與傳統式洗衣機因機械構造不同，其運轉模式及運作成本亦有所差異，茲將用水、人力、清潔劑及維護成本分析說明如下：

1. 用水成本：隧道式衣物及水源係採相對方向清洗可充分利用回收水較傳統式節省用水 60%。
2. 人力成本：隧道式衣物係採自動裝載連續運轉方式可較傳統式減少裝載人力 40%。
3. 清潔劑：隧道式清潔劑可隨用水回收減少添加量 25%。
4. 用電成本：隧道式採連續式清洗且脫水壓榨式非傳統之離心式可節省用電 18%。

五、結論

水資源之利用，攸關人民生計及國家經濟發展，尤其我國地理環境不利水資源之儲存理應更加珍惜，惟現代自來水普及、用水方便，人們無法體會水源得來不易，養成用水浪費，除增加費用外，更加速水源枯竭，造成缺水問題。為避免造成『臨渴鑿井』之憾，平時應有有水當思無水之苦，時時珍惜水資源的觀念，落實節水政策。以本文隧道式洗衣機之改善案而言，除可大幅節省用水外尚有節

省人力、清潔劑及電力成本之附加價值，其總成本節省比率更達 49%。因此只要我們能隨時做好節約用水，處處著手節水改善，則水資源將可源源不絕永續利用。

▶ 隧道式洗衣機節水控制流程圖

項 目	單 位	傳統洗衣機	隧道式洗衣機	差異說明	
用水成本	洗衣機每公斤布品耗水量	公升/公斤	22	8.7	
	洗衣機全年總水量	(噸/年)	45760	18096	
	每年水費(含污水處理單價15.5元)	元/年	709280	280488	
	布品用水單位成本	元/公斤	0.341	0.135	隧道式每年可省下428792元。 隧道式洗衣機可節省60%的費用。
用人成本	洗衣裝載人力需求	位	5	3	隧道式裝載人力較傳統式少兩位。
	每人每年收入薪資	元/年	547,560	547,560	2080時/年x195元/時x1.35(獎金)
	總體設備操作人員薪資支出	元/年	2,737,800	1,642,680	隧道式用人成本節省1,095,120元。
	布品人工單位成本	元/公斤	1.32	0.79	隧道式洗衣機可節省約40%。
清潔劑	布品清潔劑單位用量	公斤/公斤	0.0227	0.0185	清潔劑單價27.3元/公斤
	每年清潔劑費用	元/年	1,372,800	1048320	隧道式洗衣機每年節省249,480元。
	布品清潔劑單位成本	元/公斤	0.66	0.50	隧道式洗衣機可節省25%的費用
電力成本	洗衣機電力設備容量	K W	122	99.38	
	每小時耗電量	K W H	85.4	69.6	電力設備同時動用率70%
	全年設備用電量	K W H/年	177,632	144768	電費單價2.01kwh/元
	整年耗電費用	元/年	357040	290984	隧道式可節省電費66056元。
	布品電力單位成本	元/公斤	0.172	0.14	隧道式洗衣機可節省18%的費用
維修費用	維護工資	元/年	624,000	624,000	
	零件費用	元/年	300,000	300,000	
	總維護成本	元/年	924,000	924,000	
	布品維護單位成本	元/公斤	0.44	0.44	
總年度平均節省成本	元/公斤	2.933	1.569	隧道式較傳統式洗衣機的年度節省費用2837120元(節省比率49%)	

1、清洗成本以年清洗量：2,080,000公斤(清洗容量1,000kg/H)計算。
 2、隧道式與傳統式洗衣機清洗成本比較不含設備折舊費及烘乾蒸汽費用。
 3、隧道式與傳統式洗衣機單位用量比率係由BWLHOR提供，能源、水源、人力等均依據內實得單價計算。