

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080805

吃水大怪獸－洗衣機用水回收使用

學校名稱：嘉義縣朴子市雙溪國民小學

作者： 小五 鄭泓昇 小五 陳瑞淇 小五 黃畊璋 小五 侯文博	指導老師： 賴生德 李淑娟
---	---------------------

關鍵詞：水資源、回收利用、洗衣機

作品名稱：吃水大怪獸－洗衣機用水回收使用

摘要

生命的起源來自於水，人類的文化與文明起源也與河流緊密相關。地球上萬物賴以生存的水資源，對生命系統的維持運作是多麼重要。但可怕的是因地球暖化氣候變遷，水資源的取得與保存更加困難；各地乾旱與水患不斷，讓我們不得不思考如何面對水資源匱乏的難題。

壹、研究動機

隨著地球暖化所引起的全球氣候變遷，已在各地造成嚴重傷害。其中一個我們必須面對的危機就是缺水。

如何做好水資源的利用，我想應該開源與節流並用。我們小組成員從居家生活用水的使用方面切入尋求解決辦法，希望透過大家生活經驗與智慧，找到可以節省用水的方法。

家庭用水方面，用水量較大的應是廚房、衛浴與洗衣用水。這三種用水當中，洗衣機用水的部分，量相當大，應該可以回收提供馬桶沖水使用，因為馬桶用水品質需求不高，而洗衣機的廢水正好可回收使用。所以我們準備以行動研究方式，由實際操作中試探此一假設的可行性。如果可行我們希望推廣到社區中，為節約用水盡一份心力。

* 本研究相關課程如下：

國民小學牛頓版三上自然與生活科技	第一單元 神奇的水
國民小學牛頓版五上自然與生活科技	第二單元 天氣變了
國民小學牛頓版六下自然與生活科技	第三單元 生物與環境
國民小學翰林版五下數學	第八單元 體積與容積

貳、研究目的

- 一、各種重量的衣服，用水量比較與洗衣時間比較。各週洗衣機用水量統計（家庭成員六人，男女各三人）。
- 二、各週馬桶用水量統計（家庭成員六人，男女各三人）。
- 三、洗衣機用水量與馬桶用水量比較。
- 四、各種馬桶、小便斗用水量比較。
- 五、洗衣廢水回收系統設計。
- 六、人工打水機設計。

參、研究設備及器材

名稱	數量或型號	名稱	數量或型號
洗衣機	三洋 SW1388U	電子計數器	二個
水表	一只	打氣筒	一支
各式盛水容器	數個	黏膠	一條
小水管	15 公尺	透天厝模型	自行組裝

肆、研究過程或方法

一、研究問題一：各種重量的衣服，用水量比較與洗衣時間比較。各週洗衣機用水量統計（家庭成員六人，男女各三人）。

（一）方法：

1. 實際操作洗衣機，瞭解洗衣機運作過程。
2. 安裝洗衣機專用水表，計算衣服數量不同時，用水比較。
3. 記錄各週水表轉數。



水表（計算洗衣機用水）



轉接頭



專用洗衣機（SW1388U）

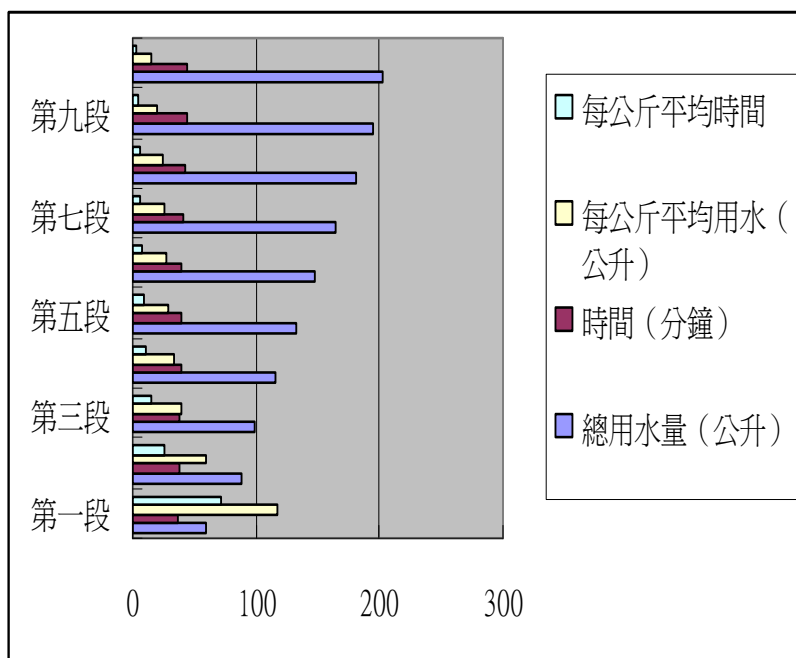


水表按裝完畢

(二) 結果：

洗衣水位 (公斤以下)	總用水量 (公升)	時間(分鐘)	每公斤衣服平均用水 (公升)	每公斤衣服平均洗衣時間 (分)
第一段 (0.5)	59	36	118	72
第二段 (1.5)	89	38	59.33333	25.333
第三段 (2.5)	99	38	39.6	15.2
第四段 (3.5)	115	39	32.85714	11.143
第五段 (4.5)	133	40	29.55556	8.8889
第六段 (5.5)	147	40	26.72727	7.2727
第七段 (6.5)	165	41	25.38462	6.3077
第八段 (7.5)	181	42	24.13333	5.6
第九段 (9.5)	195	44	20.52632	4.6316
第十段 (13)	202	44	15.53846	3.3846

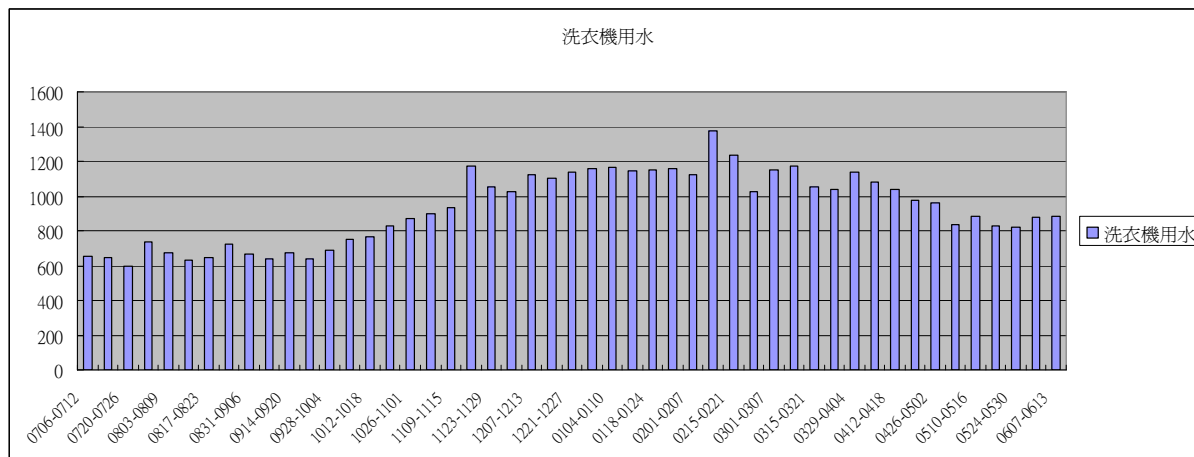
【表 A】不同重量衣服，用水比較與洗衣時間比較統計表



【圖 A】不同重量衣服，用水比較與洗衣時間比較統計圖

洗衣日期 【月-日】	洗衣機用水量 【公升】		洗衣日期 【月-日】	洗衣機用水量 【公升】
0706-0712	654		1228-0103	1156
0713-0719	643		0104-0110	1167
0720-0726	598		0111-0117	1142
0727-0802	734		0118-0124	1153
0803-0809	671		0125-0131	1159
0810-0816	632		0201-0207	1120
0817-0823	648		0208-0214	1372
0824-0830	721		0215-0221	1237
0831-0906	664		0222-0228	1025
0907-0913	642		0301-0307	1148
0914-0920	673		0308-0314	1169
0921-0927	642		0315-0321	1052
0928-1004	690		0322-0328	1038
1005-1011	752		0329-0404	1137
1012-1018	768		0405-0411	1079
1019-1025	827		0412-0418	1038
1026-1101	872		0419-0425	973
1102-1108	896		0426-0502	961
1109-1115	936		0503-0509	836
1116-1122	1171		0510-0516	883
1123-1129	1052		0517-0523	825
1130-1206	1027		0524-0530	822
1207-1213	1123		0531-0606	879
1214-1220	1105		0607-0613	885
1221-1227	1140			

【表 B】各週洗衣用水統計表



【圖 B】各週洗衣用水統計圖

(三) 分析：

1. 用水量最多的是第十段 202 公升。最少的是第一段 59 公升。
2. 洗衣時間最多的是第十段 44 分。最少的是第一段 36 分。
3. 每公斤衣服平均用水，最高是第一段 118 公升/公斤；最低是第十段 15.5 公升/公斤。最高是最低的 7.6 倍。
4. 如果時間代表用電量。那每公斤衣服平均洗衣時間，最高是第一段 72 分/公斤；最低是第十段 3.3 分/公斤。最高是最低的 21.8 倍。
5. 一次洗較少衣服，每公斤衣服平均用水與時間都較高，較浪費水，也浪費時間。
6. 一次洗較多的衣服，省水、省時、省電。
7. 單週用水量最高是 1372 公升/週；最少是 598 公升/週。平均是 929.3 公升/週。
8. 夏天、冬天因為衣服穿著輕薄與厚重不同，造成洗衣機用水量明顯不同。

二、研究問題二：各週馬桶用水量比較與統計。

(一) 方法：

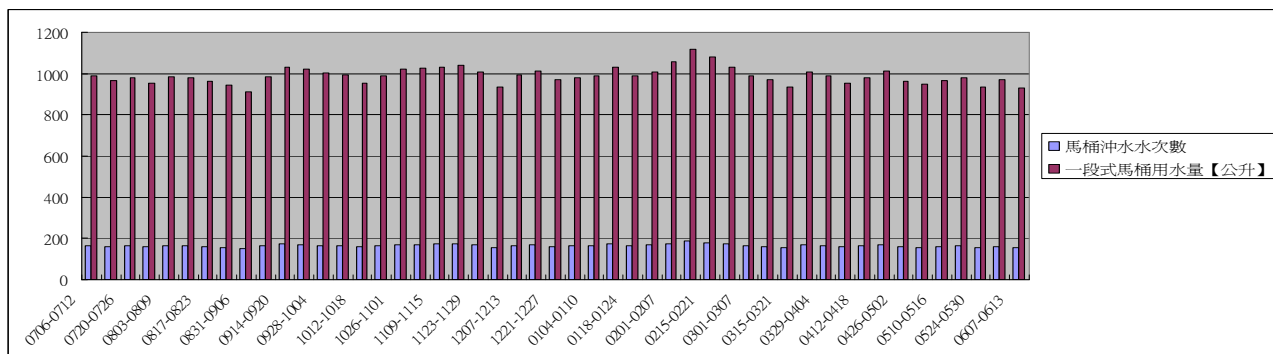
1. 安裝記次器於馬桶旋轉把手上。
2. 記錄每週馬桶使用次數
3. 計算每週馬桶用水量

	
手壓電子式計數器	馬桶按鈕
	
按鈕裝設計數器 (一樓)	按鈕裝設計數器 (二樓)

(二) 結果：

統計日期 【月-日】	馬桶沖水 次數	一段式馬 桶用水量 【公升】	統計日期 【月-日】	馬桶沖水 次數	一段式馬 桶用水量 【公升】
0706-0712	165	990	1228-0103	163	978
0713-0719	161	966	0104-0110	165	990
0720-0726	163	978	0111-0117	172	1032
0727-0802	159	954	0118-0124	165	990
0803-0809	164	984	0125-0131	168	1008
0810-0816	163	978	0201-0207	176	1056
0817-0823	160	960	0208-0214	186	1116
0824-0830	157	942	0215-0221	180	1080
0831-0906	152	912	0222-0228	172	1032
0907-0913	164	984	0301-0307	165	990
0914-0920	172	1032	0308-0314	162	972
0921-0927	170	1020	0315-0321	156	936
0928-1004	167	1002	0322-0328	168	1008
1005-1011	166	996	0329-0404	165	990
1012-1018	159	954	0405-0411	159	954
1019-1025	165	990	0412-0418	163	978
1026-1101	170	1020	0419-0425	169	1014
1102-1108	171	1026	0426-0502	160	960
1109-1115	172	1032	0503-0509	158	948
1116-1122	173	1038	0510-0516	161	966
1123-1129	168	1008	0517-0523	163	978
1130-1206	156	936	0524-0530	156	936
1207-1213	166	996	0531-0606	162	972
1214-1220	169	1014	0607-0613	155	930
1221-1227	162	972			

【表 C】各週馬桶使用次數與用水量統計表



【圖 C】各週馬桶使用次數與用水量統計圖

(三) 分析：

- 1.馬桶使用次數最多是 186 次/週。最少是 152 次/週。
- 2.每週平均是 164.9 次/週。
- 3.馬桶用水量最多是 1116 公升/週。最少是 912 公升/週。
- 4.平均每週是 989.7 公升。
- 5.各週馬桶使用次數差距不大。
- 6.各週馬桶用水量差距不大。

三、研究問題三：洗衣機排水量與馬桶用水量比較。

(一) 方法：

- 1.比較各週洗衣機廢水回收量與馬桶用水量。
- 2.統計各週不足與剩餘數量。

(二) 結果：

日期【月-日】	洗衣機用水量	馬桶用水量【公升】	洗衣機用水減馬桶用水
0706-0712	654	990	-336
0713-0719	643	966	-323
0720-0726	598	978	-380
0727-0802	734	954	-220
0803-0809	671	984	-313
0810-0816	632	978	-346
0817-0823	648	960	-312
0824-0830	721	942	-221
0831-0906	664	912	-248
0907-0913	642	984	-342
0914-0920	673	1032	-359
0921-0927	642	1020	-378
0928-1004	690	1002	-312
1005-1011	752	996	-244
1012-1018	768	954	-186
1019-1025	827	990	-163
1026-1101	872	1020	-148
1102-1108	896	1026	-130
1109-1115	936	1032	-96
1116-1122	1171	1038	133
1123-1129	1052	1008	44
1130-1206	1027	936	91

1207-1213	1123	996	127
1214-1220	1105	1014	91
1221-1227	1140	972	168
1228-0103	1156	978	178
0104-0110	1167	990	177
0111-0117	1142	1032	110
0118-0124	1153	990	163
0125-0131	1159	1008	151
0201-0207	1120	1056	64
0208-0214	1372	1116	256
0215-0221	1237	1080	157
0222-0228	1025	1032	-7
0301-0307	1148	990	158
0308-0314	1169	972	197
0315-0321	1052	936	116
0322-0328	1038	1008	30
0329-0404	1137	990	147
0405-0411	1079	954	125
0412-0418	1038	978	60
0419-0425	973	1014	-41
0426-0502	961	960	1
0503-0509	836	948	-112
0510-0516	883	966	-83
0517-0523	825	978	-153
0524-0530	822	936	-114
0531-0606	879	972	-93
0607-0613	885	930	-45

【表 D】各週洗衣用水與馬桶用水統計表

(三) 分析：

- 1.從 0706 一直到隔年 0613 這 49 週中，洗衣機廢水回收量不夠馬桶使用的週數是 27 週。
- 2.從五月初起，就一直出現洗衣機廢水回收不夠馬桶使用的情形。
- 3.不足數量累計 5705 公升。
- 4.從 1116 一直到 0418 這幾週中(0222-0228 除外)，洗衣機廢水回收使用後，一直有剩。
- 5.剩餘數量累計 2744 公升。
- 6.在這 49 週中，不足數量超過剩餘數量 $5705 - 2744 = 2961$ (公升)。

7.進行馬桶等省水裝置研究，減少馬桶用水。

四、研究問題四：各種馬桶、小便斗用水量比較。

(一) 方法：

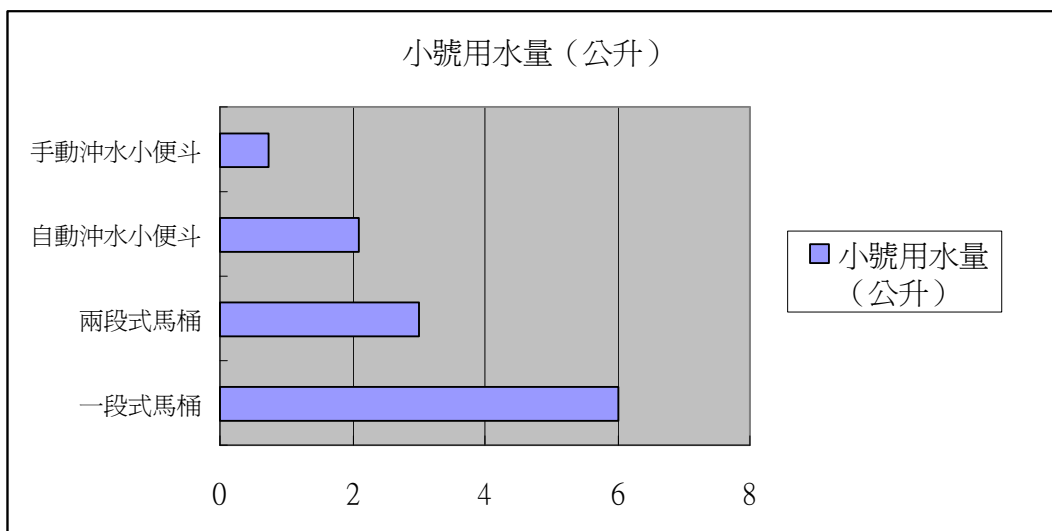
- 1.選取常見的不同款式馬桶、小便斗。
- 2.使用量筒、水桶測試各式馬桶、小便斗沖水用水量。
- 3.計算各種款式馬桶、小便斗省水量。
- 4.比較各種款式馬桶用水量與洗衣機廢水回收量。



(二) 結果：

沖水款式	一段式馬桶	兩段式馬桶	自動沖水小便斗	手動沖水小便斗
小號用水量 (公升)	6	3	2.1	0.75

【表 E】各式馬桶、小便斗沖水用水量統計表



【圖 E】各式馬桶、小便斗沖水用水量統計圖

洗衣日期 【月-日】	洗衣機 用水	一段式馬桶 用水量【公 升】	小號次數 【假設每人每天 一次大號】	二段式馬桶 小號節約用 水量	二段式馬桶 用水量	洗衣機用水 減二段式馬 桶用水
0706-0712	654	990	123	369	621	33
0713-0719	643	966	119	357	609	34
0720-0726	598	978	121	363	615	-17
0727-0802	734	954	117	351	603	131
0803-0809	671	984	122	366	618	53
0810-0816	632	978	121	363	615	17
0817-0823	648	960	118	354	606	42
0824-0830	721	942	115	345	597	124
0831-0906	664	912	110	330	582	82
0907-0913	642	984	122	366	618	24
0914-0920	673	1032	130	390	642	31
0921-0927	642	1020	128	384	636	6
0928-1004	690	1002	125	375	627	63
1005-1011	752	996	124	372	624	128
1012-1018	768	954	117	351	603	165
1019-1025	827	990	123	369	621	206
1026-1101	872	1020	128	384	636	236
1102-1108	896	1026	129	387	639	257
1109-1115	936	1032	130	390	642	294
1116-1122	1171	1038	131	393	645	526

1123-1129	1052	1008	126	378	630	422
1130-1206	1027	936	114	342	594	433
1207-1213	1123	996	124	372	624	499
1214-1220	1105	1014	127	381	633	472
1221-1227	1140	972	120	360	612	528
1228-0103	1156	978	121	363	615	541
0104-0110	1167	990	123	369	621	546
0111-0117	1142	1032	130	390	642	500
0118-0124	1153	990	123	369	621	532
0125-0131	1159	1008	126	378	630	529
0201-0207	1120	1056	134	402	654	466
0208-0214	1372	1116	144	432	684	688
0215-0221	1237	1080	138	414	666	571
0222-0228	1025	1032	130	390	642	383
0301-0307	1148	990	123	369	621	527
0308-0314	1169	972	120	360	612	557
0315-0321	1052	936	114	342	594	458
0322-0328	1038	1008	126	378	630	408
0329-0404	1137	990	123	369	621	516
0405-0411	1079	954	117	351	603	476
0412-0418	1038	978	121	363	615	423
0419-0425	973	1014	127	381	633	340
0426-0502	961	960	118	354	606	355
0503-0509	836	948	116	348	600	236
0510-0516	883	966	119	357	609	274
0517-0523	825	978	121	363	615	210
0524-0530	822	936	114	342	594	228
0531-0606	879	972	120	360	612	267
0607-0613	885	930	113	339	591	294

【表 F】二段式沖水馬桶用水量與洗衣機回收廢水量比較表

洗衣日期 【月-日】	洗衣機用水	馬桶沖水 次數	小號次數 【假設每人每 天一次大號】	二段式馬桶 用水量	男生小號次 數約一半	自動式小便 斗節約用水 量	男生用自動 式小便斗後 用水量	洗衣機用水 減加用小便 斗後用水
0706-0712	654.0	165.0	123.0	621.0	61.5	55.4	565.7	88.4
0713-0719	643.0	161.0	119.0	609.0	59.5	53.6	555.5	87.6
0720-0726	598.0	163.0	121.0	615.0	60.5	54.5	560.6	37.5
0727-0802	734.0	159.0	117.0	603.0	58.5	52.7	550.4	183.7

0803-0809	671.0	164.0	122.0	618.0	61.0	54.9	563.1	107.9
0810-0816	632.0	163.0	121.0	615.0	60.5	54.5	560.6	71.5
0817-0823	648.0	160.0	118.0	606.0	59.0	53.1	552.9	95.1
0824-0830	721.0	157.0	115.0	597.0	57.5	51.8	545.3	175.8
0831-0906	664.0	152.0	110.0	582.0	55.0	49.5	532.5	131.5
0907-0913	642.0	164.0	122.0	618.0	61.0	54.9	563.1	78.9
0914-0920	673.0	172.0	130.0	642.0	65.0	58.5	583.5	89.5
0921-0927	642.0	170.0	128.0	636.0	64.0	57.6	578.4	63.6
0928-1004	690.0	167.0	125.0	627.0	62.5	56.3	570.8	119.3
1005-1011	752.0	166.0	124.0	624.0	62.0	55.8	568.2	183.8
1012-1018	768.0	159.0	117.0	603.0	58.5	52.7	550.4	217.7
1019-1025	827.0	165.0	123.0	621.0	61.5	55.4	565.7	261.4
1026-1101	872.0	170.0	128.0	636.0	64.0	57.6	578.4	293.6
1102-1108	896.0	171.0	129.0	639.0	64.5	58.1	581.0	315.1
1109-1115	936.0	172.0	130.0	642.0	65.0	58.5	583.5	352.5
1116-1122	1171.0	173.0	131.0	645.0	65.5	59.0	586.1	585.0
1123-1129	1052.0	168.0	126.0	630.0	63.0	56.7	573.3	478.7
1130-1206	1027.0	156.0	114.0	594.0	57.0	51.3	542.7	484.3
1207-1213	1123.0	166.0	124.0	624.0	62.0	55.8	568.2	554.8
1214-1220	1105.0	169.0	127.0	633.0	63.5	57.2	575.9	529.2
1221-1227	1140.0	162.0	120.0	612.0	60.0	54.0	558.0	582.0
1228-0103	1156.0	163.0	121.0	615.0	60.5	54.5	560.6	595.5
0104-0110	1167.0	165.0	123.0	621.0	61.5	55.4	565.7	601.4
0111-0117	1142.0	172.0	130.0	642.0	65.0	58.5	583.5	558.5
0118-0124	1153.0	165.0	123.0	621.0	61.5	55.4	565.7	587.4
0125-0131	1159.0	168.0	126.0	630.0	63.0	56.7	573.3	585.7
0201-0207	1120.0	176.0	134.0	654.0	67.0	60.3	593.7	526.3
0208-0214	1372.0	186.0	144.0	684.0	72.0	64.8	619.2	752.8
0215-0221	1237.0	180.0	138.0	666.0	69.0	62.1	603.9	633.1
0222-0228	1025.0	172.0	130.0	642.0	65.0	58.5	583.5	441.5
0301-0307	1148.0	165.0	123.0	621.0	61.5	55.4	565.7	582.4
0308-0314	1169.0	162.0	120.0	612.0	60.0	54.0	558.0	611.0
0315-0321	1052.0	156.0	114.0	594.0	57.0	51.3	542.7	509.3
0322-0328	1038.0	168.0	126.0	630.0	63.0	56.7	573.3	464.7
0329-0404	1137.0	165.0	123.0	621.0	61.5	55.4	565.7	571.4
0405-0411	1079.0	159.0	117.0	603.0	58.5	52.7	550.4	528.7
0412-0418	1038.0	163.0	121.0	615.0	60.5	54.5	560.6	477.5
0419-0425	973.0	169.0	127.0	633.0	63.5	57.2	575.9	397.2

0426-0502	961.0	160.0	118.0	606.0	59.0	53.1	552.9	408.1
0503-0509	836.0	158.0	116.0	600.0	58.0	52.2	547.8	288.2
0510-0516	883.0	161.0	119.0	609.0	59.5	53.6	555.5	327.6
0517-0523	825.0	163.0	121.0	615.0	60.5	54.5	560.6	264.5
0524-0530	822.0	156.0	114.0	594.0	57.0	51.3	542.7	279.3
0531-0606	879.0	162.0	120.0	612.0	60.0	54.0	558.0	321.0
0607-0613	885.0	155.0	113.0	591.0	56.5	50.9	540.2	344.9

【表 G】加裝自動式沖水小便斗後用水量與洗衣機回收廢水量比較表

洗衣日期 【月-日】	洗衣機用水	馬桶沖水次數	小號次數	二段式馬桶 用水量	男生小號次 數約一半	手壓式小便 斗節約用水 量	男生用手壓 式小便斗後 用水量	洗衣機用水 減加用小便 斗後用水
0706-0712	654.0	165.0	123.0	621.0	61.5	138.4	482.6	171.4
0713-0719	643.0	161.0	119.0	609.0	59.5	133.9	475.1	167.9
0720-0726	598.0	163.0	121.0	615.0	60.5	136.1	478.9	119.1
0727-0802	734.0	159.0	117.0	603.0	58.5	131.6	471.4	262.6
0803-0809	671.0	164.0	122.0	618.0	61.0	137.3	480.8	190.3
0810-0816	632.0	163.0	121.0	615.0	60.5	136.1	478.9	153.1
0817-0823	648.0	160.0	118.0	606.0	59.0	132.8	473.3	174.8
0824-0830	721.0	157.0	115.0	597.0	57.5	129.4	467.6	253.4
0831-0906	664.0	152.0	110.0	582.0	55.0	123.8	458.3	205.8
0907-0913	642.0	164.0	122.0	618.0	61.0	137.3	480.8	161.3
0914-0920	673.0	172.0	130.0	642.0	65.0	146.3	495.8	177.3
0921-0927	642.0	170.0	128.0	636.0	64.0	144.0	492.0	150.0
0928-1004	690.0	167.0	125.0	627.0	62.5	140.6	486.4	203.6
1005-1011	752.0	166.0	124.0	624.0	62.0	139.5	484.5	267.5
1012-1018	768.0	159.0	117.0	603.0	58.5	131.6	471.4	296.6
1019-1025	827.0	165.0	123.0	621.0	61.5	138.4	482.6	344.4
1026-1101	872.0	170.0	128.0	636.0	64.0	144.0	492.0	380.0
1102-1108	896.0	171.0	129.0	639.0	64.5	145.1	493.9	402.1
1109-1115	936.0	172.0	130.0	642.0	65.0	146.3	495.8	440.3
1116-1122	1171.0	173.0	131.0	645.0	65.5	147.4	497.6	673.4
1123-1129	1052.0	168.0	126.0	630.0	63.0	141.8	488.3	563.8
1130-1206	1027.0	156.0	114.0	594.0	57.0	128.3	465.8	561.3
1207-1213	1123.0	166.0	124.0	624.0	62.0	139.5	484.5	638.5
1214-1220	1105.0	169.0	127.0	633.0	63.5	142.9	490.1	614.9
1221-1227	1140.0	162.0	120.0	612.0	60.0	135.0	477.0	663.0
1228-0103	1156.0	163.0	121.0	615.0	60.5	136.1	478.9	677.1

0104-0110	1167.0	165.0	123.0	621.0	61.5	138.4	482.6	684.4
0111-0117	1142.0	172.0	130.0	642.0	65.0	146.3	495.8	646.3
0118-0124	1153.0	165.0	123.0	621.0	61.5	138.4	482.6	670.4
0125-0131	1159.0	168.0	126.0	630.0	63.0	141.8	488.3	670.8
0201-0207	1120.0	176.0	134.0	654.0	67.0	150.8	503.3	616.8
0208-0214	1372.0	186.0	144.0	684.0	72.0	162.0	522.0	850.0
0215-0221	1237.0	180.0	138.0	666.0	69.0	155.3	510.8	726.3
0222-0228	1025.0	172.0	130.0	642.0	65.0	146.3	495.8	529.3
0301-0307	1148.0	165.0	123.0	621.0	61.5	138.4	482.6	665.4
0308-0314	1169.0	162.0	120.0	612.0	60.0	135.0	477.0	692.0
0315-0321	1052.0	156.0	114.0	594.0	57.0	128.3	465.8	586.3
0322-0328	1038.0	168.0	126.0	630.0	63.0	141.8	488.3	549.8
0329-0404	1137.0	165.0	123.0	621.0	61.5	138.4	482.6	654.4
0405-0411	1079.0	159.0	117.0	603.0	58.5	131.6	471.4	607.6
0412-0418	1038.0	163.0	121.0	615.0	60.5	136.1	478.9	559.1
0419-0425	973.0	169.0	127.0	633.0	63.5	142.9	490.1	482.9
0426-0502	961.0	160.0	118.0	606.0	59.0	132.8	473.3	487.8
0503-0509	836.0	158.0	116.0	600.0	58.0	130.5	469.5	366.5
0510-0516	883.0	161.0	119.0	609.0	59.5	133.9	475.1	407.9
0517-0523	825.0	163.0	121.0	615.0	60.5	136.1	478.9	346.1
0524-0530	822.0	156.0	114.0	594.0	57.0	128.3	465.8	356.3
0531-0606	879.0	162.0	120.0	612.0	60.0	135.0	477.0	402.0
0607-0613	885.0	155.0	113.0	591.0	56.5	127.1	463.9	421.1

【表 H】加裝手動式沖水小便斗後用水量與洗衣機回收廢水量比較表

(三) 分析：

1.小號沖水量排名依序是：

一段式馬桶 > 二段式馬桶 > 自動式沖水小便斗 > 手動式沖水小便斗

2.馬桶加裝兩段式沖水裝置後，洗衣機回收水不夠的週數由原本的 27 週，大減至只剩一週不夠。


3.男生加用自動沖水式小便斗後，洗衣機回收水不夠的週數減至 0。而且每週都有剩餘的回收水。

4.男生加用手動沖水式小便斗後，洗衣機回收水不夠的週數減至 0。而且每週剩餘的回收水數量增加。

五、研究問題五：洗衣廢水回收系統設計。

(一) 方法：

- 1.組裝房屋模型（常見的三樓透天厝）。
- 2.佈置洗衣機、洗衣機廢水回收水塔、馬桶。
- 3.討論各種佈置方式優缺點。

			
第一種： 洗衣機與水塔置頂樓	第二種： 洗衣機頂樓、水塔三樓	第三種： 洗衣機三樓、水塔頂樓	第四種： 洗衣機與水塔置三樓
			
第五種： 洗衣機三樓、水塔二樓	第六種： 洗衣機一樓、水塔頂樓	第七種：洗衣機三樓， 水塔一樓、頂樓各一	實際安裝各式容器至 模型上，並用水管連結

(二) 結果：

布置方式	優點	缺點
第一種：洗衣機與水塔置頂樓	<ul style="list-style-type: none"> * 不會佔用一樓二樓三樓空間。 * 洗衣完可在頂樓直接晾衣服，方便省力。 	<ul style="list-style-type: none"> * 頂樓要加蓋，避免洗衣機受日曬。 * 洗衣機要墊高，回收水才可流入水塔。
第二種：洗衣機頂樓水塔三樓	<ul style="list-style-type: none"> * 洗衣機的回收水可自然流入水塔。 * 水塔的水可自然流入馬桶。 * 洗衣完可在頂樓直接晾衣服，方便省力。 	<ul style="list-style-type: none"> * 水塔佔用三樓空間。 * 頂樓要加蓋，避免洗衣機受日曬。

第三種：洗衣機三樓 水塔頂樓	* 頂樓不需加蓋。 * 水塔不佔用一到三樓空間。 * 水塔的水可自然流入馬桶。	* 洗完衣服要搬到頂樓曬。 * 洗衣機排水馬達無法送到頂樓。
第四種：洗衣機與水塔置三樓	* 頂樓不需加蓋。 * 水塔的水可自然流入馬桶。	* 水塔佔用三樓空間。 * 洗衣機要墊高，回收水才可流入水塔，不安全。 * 洗完衣服要搬到頂樓曬。
第五種：洗衣機三樓 水塔二樓	* 頂樓不需加蓋。 * 洗衣機的回收水可自然流入水塔。	* 水塔佔用二樓空間。 * 洗完衣服要搬到頂樓曬。 * 三樓馬桶無法自然供水。
第六種：洗衣機一樓 水塔頂樓	* 頂樓不需加蓋。 * 水塔不佔用一到三樓空間。	* 洗完衣服要搬到頂樓曬，費時費力。 * 洗衣機排水馬達無法送到頂樓。
第七種：洗衣機三樓 樓水塔一樓、頂樓各一	* 頂樓不需加蓋。 * 水塔不佔用一到三樓空間。	* 回收水要加壓才能送到頂樓。 * 需裝設抽水馬達將水抽到頂樓。

表 I 各種洗衣機與回收水塔布置方法優缺點列表【紅色部分問題較難解決】



(三) 分析：

- 1.洗衣機排水馬達僅能將水平緩排出，排水管不得傾斜超過 15 度。所以要將水塔置於洗衣機下層是較好選擇。
- 2.當洗衣機與水塔在同一樓層時，因洗衣機排水口位置必須高於水塔。這種位置較難規劃。
- 3.其中以第二種與第五種方式，沒有遭遇較難解決困難；但是卻必須犧牲部分室內空間放置水塔。
- 4.其中第七種方法，一樓增加一個水塔，可解決洗衣機排水馬達無法送水到頂樓的問題，因為先將洗衣機廢水自然排到一樓水塔，再將水抽到頂樓水塔。但是卻必須裝設抽水馬達，較為耗電。
- 5.經由討論，發現第七種配置方式大家接受度較高，因為比起第二、五種方式，第七種方式把大水塔放在戶外的空間，大家的接受度較高。
- 6.為減少抽水馬達消耗電能，進行人工打水裝置設計。

六、研究問題六：人工打水機設計。

(一) 方法：

- 1.研究水槍構造。
- 2.準備一有兩個出口容器。
- 3.一出口用自行車打氣桶加壓。
- 4.打氣筒裝設止逆閥。
- 5.一出口作為排水用，接水管。
- 6.再鑽兩出口作為釋放壓力與進水用。

	
<p>廢棄濾水器</p>	<p>有兩出口容器</p>
	
<p>人工打水機材料</p>	<p>裝設出水水管</p>



打氣筒連接容器



人工打水機結合房屋模型



測試水流狀況



人工打水機結合房屋模型



打氣筒裝設止逆閥



測試打水機效能

(二) 結果：

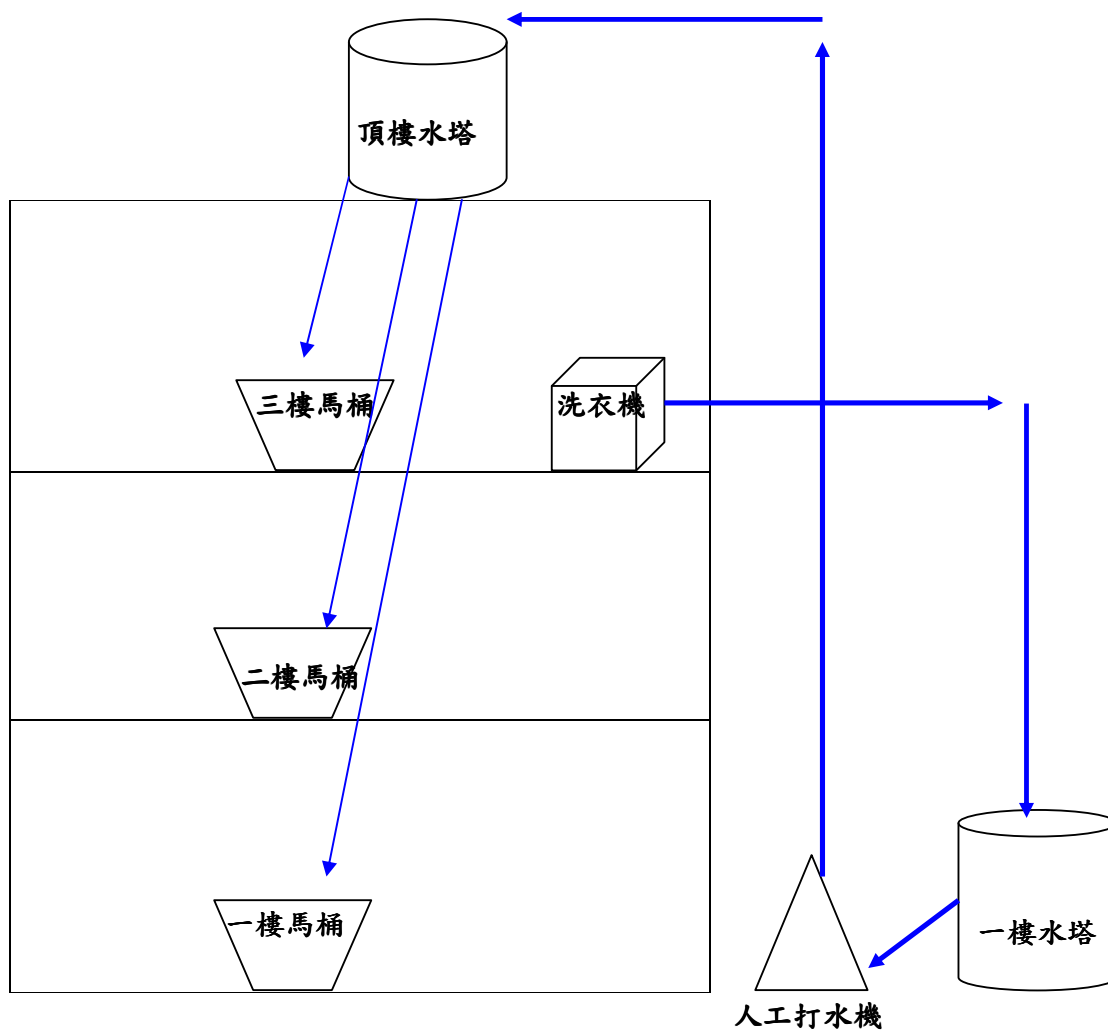


圖 F 洗衣機廢水回收系統設計圖

(三) 分析：

1. 作為加壓用容器必須堅固，才能靠打氣筒把容器裡空氣加壓打水。
2. 打氣筒所連接開口必須裝設逆只閥，防止水倒流，弄壞打氣筒。
3. 容器上開口與打氣筒必須緊密固定，防止壓力過大鬆脫。也必須密合良好，才不會洩氣，把水打高。
4. 加水時，因容器中氣壓較大，水無法順利流入容器。必須再開一個開口，加水時讓容器內空氣得以排出。

伍、研究結果

一、共可回收洗衣機廢水 45537 公升，如以自來水計算單位計算，可回收約 45 度。可以說是相當多的水。如以自來水第二段費率每度 9.45 元計算，可以節省 425.25 元。

- 二、除了省水省錢，自來水公司 97 年度每度用水排放 CO₂ 約=0.195 公斤 CO₂/度，約可以節少 8.775 公斤的二氧化碳。
- 三、一段式馬桶各週用水量差異不大，總用水量 48498 公升。平均每週是 989.7 公升。
- 四、洗衣機與馬桶的用水量均相當大，經由洗衣機廢水回收系統，再供馬桶使用，可充分利用水資源。
- 五、馬桶加裝兩段式省水設施（189 元×2=378 元），可以解決洗衣機回收水不夠馬桶使用的問題。但還是可能出現少數幾週不夠用情形。
- 六、在加裝男生用小便斗後（5000 元×2=10000 元），洗衣機回收水已經足夠提供大號小號沖水使用了，而且所剩的水量相當多。
- 七、洗衣機廢水回收系統設計中，以洗衣機置於三樓；頂樓與一樓戶外各置一水塔方式最好。
- 八、人工打水機雖費力，但真的可將水打至三樓。

陸、討論

- 一、洗衣機的廢水回收量，在天氣較冷的冬天足夠馬桶使用。但是在炎熱的夏天，因為洗衣量減少，洗衣機的廢水回收量已經不夠馬桶使用。
- 二、夏天的洗衣機廢水回收量不足的問題，依靠兩段式沖水馬桶、小便斗等較省水的系統，節省馬桶用水量，可獲得解決。
- 三、加裝小便斗後剩餘大量的回收水，水塔容量不夠裝時，就會溢流排放掉，很可惜。
- 四、人工抽水機雖然可行，但畢竟耗費人力。可繼續研究是否能利用太陽能提供電動馬達抽水，因為太陽是最乾淨的能源，我們應更充分的利用太陽能，節省更多能源。
- 五、我們建議洗衣機公司，提供廢水排水加壓馬達，這樣在我們建議的廢水回收系統中，就可以省去一樓的水塔，直接把洗衣機的廢水排至頂樓的廢水儲存塔。
- 六、夏天的洗衣機廢水回收量不足的問題，除了加裝小便斗外，有另一個解決辦法，可設計雨撲滿回收雨水使用，因夏天的雨季有大量的雨水。
- 七、洗衣機回收費水內有沈澱物，必須定期將下層沈澱物排出。

柒、結論

- 一、繼續蒐集整年度資料。
- 二、建議住家設計建築時，規劃洗衣廢水回收的系統，可節省大量的水資源。
- 三、如果經費、衛浴空間允許，可考慮安裝男生用小便斗，可節省大量的馬桶用水。
- 四、馬桶建議安裝兩段式沖水省水裝置。

- 五、水是萬物賴以生存的最重要元素。在容易缺水的台灣，我們應未雨綢繆的規劃水資源的最佳使用方法。
- 六、請大家一起用愛心與行動保護地球，珍惜地球的資源，減輕地球的負擔；因為我們只有一顆地球。

捌、參考資料及其他

*水費資訊參考自來水公司網站。

【評語】 080805

本作品從水資源的環保議題出發，實際調查家庭和學校用水情形，根據長時間的記錄資料分析，再設計水回收系統的裝設模型，立意良好，具有應用推廣的潛力，雖然理論模型中尚有待解決的細部問題，但已可見作者的設計創意。