

台灣自來水股份有限公司
第三區管理處
新竹給水廠-科學園區東區加壓站
先期診斷輔導報告書



單位地址：新竹市科園段科園小段72.72-1.72-2地號

報告單位名稱：聯純永續股份有限公司



中華民國 114年 1月

目錄

第壹章、能源使用概況	1
一、 能源使用狀況	
二、 系統描述	
第貳章、改善計畫概要、預估節能效益及專案計畫節能率	6
一、 改善計畫概要	
二、 預估節能效益	
三、 預估計畫節能率	
第叁章、專案財務規劃說明	12

第壹章、能源使用概況

一、能源使用狀況

1. 科學園區東區加壓站

(1) 共分為3棟建築物，建築物共為821平方公尺，台電電號06250140117，契約容量為 856 kW。

(2) 能源使用類型：電力。

(3) 能源使用量及費用

A. 電力方面：全年用電度數5,266,560 kWh/年，總電費17,222,255元/年，平均電價3.27元/kWh。

表一 112 年能源與費用

年月	用電度數	電費(元)	平均電價(元)
112/1	455,760	\$1,129,421	\$2.48
112/2	415,560	\$1,083,433	\$2.61
112/3	457,680	\$1,211,958	\$2.65
112/4	419,400	\$1,249,747	\$2.98
112/5	438,600	\$1,547,813	\$3.53
112/6	433,320	\$1,672,284	\$3.86
112/7	442,920	\$1,682,446	\$3.80
112/8	447,360	\$1,760,744	\$3.94
112/9	463,800	\$1,734,165	\$3.74
112/10	437,280	\$1,482,492	\$3.39
112/11	424,440	\$1,339,332	\$3.16
112/12	430,440	\$1,328,420	\$3.09
合計	5,266,560	\$17,222,255	\$3.27

(4) 能源流向

A. 電能：製程(98%)＋空調(1.8%)＋照明(0.2%)

B. 主要能源流向：製程抽水設備(98%)

表二 主要能源流向

製程抽水設備名稱	使用電力(度/年)	佔比(%)
M2 沉水式 100HP 抽水機	260,820	5.1
M3 沉水式 100HP 抽水機	253,830	4.9
M4 豎軸式 100HP 抽水機	343,938	6.7
M5 沉水式 200HP 抽水機	611,646	11.9
M7 沉水式 200HP 抽水機	608,748	11.8
M10 沉水式 200HP 抽水機	602,826	11.7
M11 沉水式 200HP 抽水機	619,920	12.0
M12 沉水式 200HP 抽水機	570,780	11.1
M13 沉水式 200HP 抽水機	611,646	11.9
M14 沉水式 200HP 抽水機	672,210	13.0
總計	5,156,364	100

(5) 主要耗能設備

A. 電能：製程設備＋公用設備。

表三 主要製程設備規格

設備名稱	廠牌	型號	規格	西元 製造 年份	設備容量		現有 數量 (台)
					容量	單位	
抽水機	井親	沉水式	9,500 CMD	2015	100	HP	2
抽水機	井親	豎軸式	10,000 CMD	2015	100	HP	1
抽水機	井親	沉水式	15,000 CMD	2015	200	HP	1
抽水機	查無	沉水式	15,000 CMD	2003	200	HP	1
抽水機	查無	沉水式	18,000 CMD	2003	200	HP	2
抽水機	高豐	沉水式	18,000 CMD	查無	200	HP	3

表四 主要公用設備規格

設備名稱	廠牌	型號	規格	西元 製造 年份	設備容量		現有 數量 (台)
					容量	單位	
空調	大同	TFP-8PN	25kW	2023	6.87	kW	2
空調	聲寶	AM-OC110	11.2kW	2017	99	W	3
空調	聲寶	AM-OC110	11.2kW	2020	99	W	1
燈具	旭光	FL28D-EX/T5	2450Lm	查無	28	W	49

二、系統描述

1. 科學園區東區加壓站

(1) 電力系統

台電供電電壓為11.4 kV，設有油浸式變壓器2,500 kVA 1台、750 kVA 1台，空調、製程用電壓為220/440V 及照明插座用電壓為220V，目前契約容量為856kW屬合理值毋需要再調整，備有緊急發電機應付停電需求。

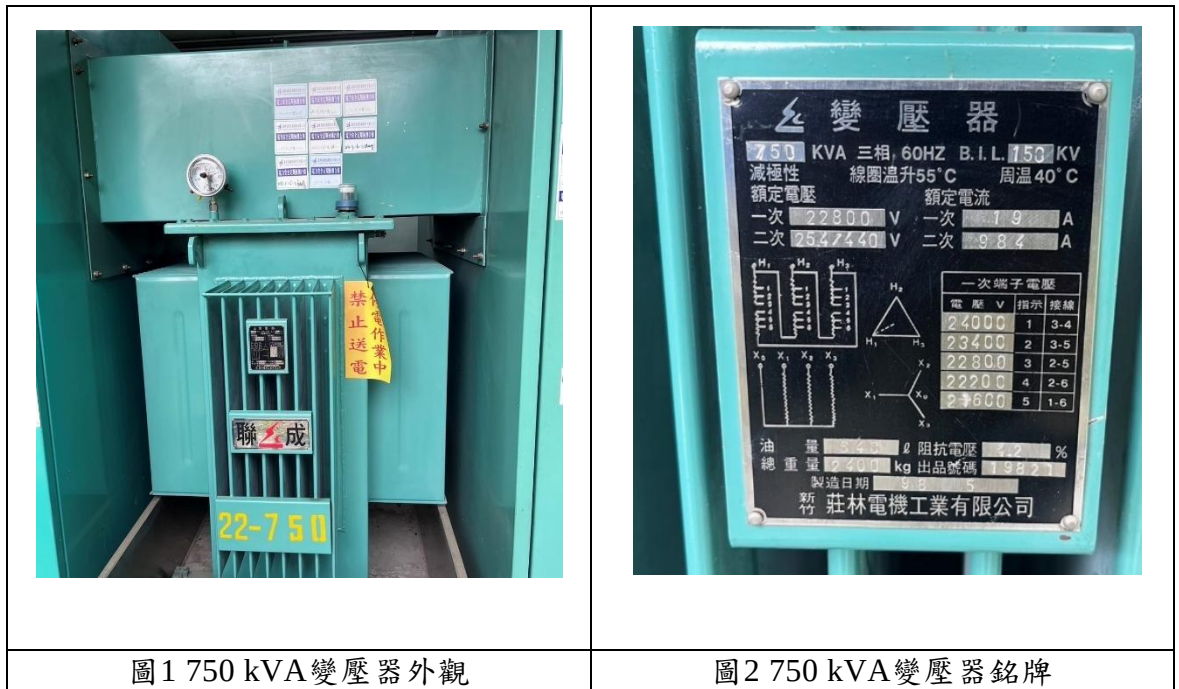


圖1 750 kVA變壓器外觀

圖2 750 kVA變壓器銘牌

(2) 製程系統

製程系統主要以3台100HP和7台200HP 抽水機為主，供應新竹科學園區的用水，其中2台100HP的抽水機是將水抽上高架水塔，運用重力加壓供水，其餘的抽水機皆為將水庫的水抽進儲水槽使用。



圖3 加壓飛碟水塔外觀

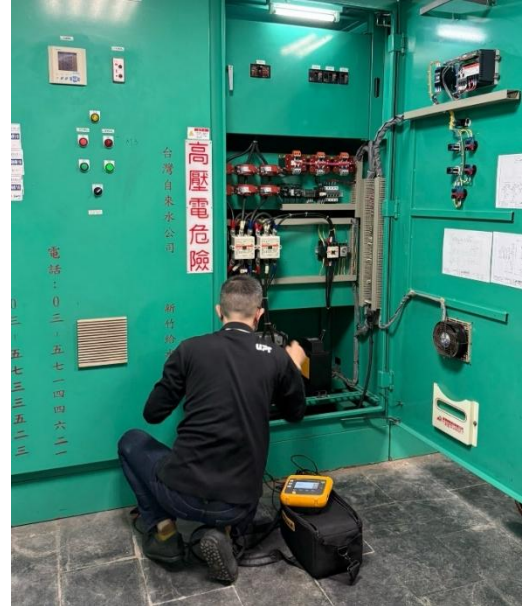


圖4 抽水機馬達電力品質量測

(3) 照明系統

三個配電室場域共有T5螢光燈管 28W×49盞，年運轉時數為8,760小時。



圖5 配電室1的3盞照明設備



圖6 照明設備型號

(4) 空調系統

第一配電室和第三配電室分別有冷凍能力11.2 kW×4台及25 kW×2台空調，主要用途為降低配電室機房溫度，以確保馬達和變壓器不會在過熱的環境運轉，影響供水作業。開機時間多為夏季，但因為近年來冬季溫度逐年提升，亦有開機時間加長的趨勢，目前開機月份約為4~11月，各配電室空調輪流24小時運轉。



圖7 第三配電室空調設備

TATUNG 大同空調	
名稱：分離式箱型空氣調節機	設計壓力(kPa)：H 4200/L 2700
型號：RP-8PN	適用氣候型態：T1
空調機之功能：冷氣專用型	防塵防水保護：室外側 IPX4
冷凝器之冷卻方式：氣冷式	防電擊保護：第I類電器
電壓/相數/頻率：220V/3~/60Hz	總重量：180 kg
搭配機型	室內機 TFP-8PN TFP-8PNF TFP-15PN TFP-15PNF
室外機 RP-8PN	RP-8PN RP-8PN'2 RP-8PN'2
額定冷氣能力 kW	25.0 25.0 50.0 50.0
冷氣季節性能因素 kWh/kWh	3.81 3.76 3.57 3.50
額定冷氣能力消耗功率 kW	6.87 6.97 14.65 14.95
額定冷氣能力之運轉電流 A	22.1 23.0 46.0 47.4
啟動電流 A	180.0 180.0 190.0 190.0
冷媒種類及充填量：R-410A 6.6 kg	
製造年份：民國 112 年	製造號碼 5A8E23100005
服務代號：SRP-8PN-B	
大同股份有限公司桃園壹廠 337 桃園市大園區大觀路1119巷38號 TEL:0800-052-666 中華民國製造	

圖8 第三配電室空調設備銘牌



圖9 第一配電室空調設備

SAMPO 分離式冷氣機室內機	
機型：AM-PC110	
機能：冷房、除濕	
冷氣能力：11.2kW	
電源：220V.1φ.60Hz	
適用氣候型態：T1	
消耗功率：99W	
運轉電流：0.45A	
冷媒種類：R-410A	
重量：16kg	
機體尺寸：寬1320x高290x深240mm	
生產國別：中華民國	
製造號碼：請見下方商品標籤內容	
防塵防水保護：IPX0	
防電擊保護：第I類電器	
檢內登記字號：	
聲寶股份有限公司 桃園市龜山區大華里頂湖路26號 免費服務專線：0800-00-5438 [0800-鈴鈴-我是聲寶] 製造年份：2017年	

圖10 第一配電室空調設備銘牌

第貳章、改善計畫概要、預估節能效益及專案計畫節能率

一、改善計畫概要

本場域主要用電為製程中的抽水機，占比整個場域用電的98%，因此本次以抽水機做為改善的項目，本診斷中請ESCO廠商使用電力品質分析儀量測各抽水機馬達的運轉用電當量及功因，量測結果如下表所示：

表五 主要製程設備量測數據

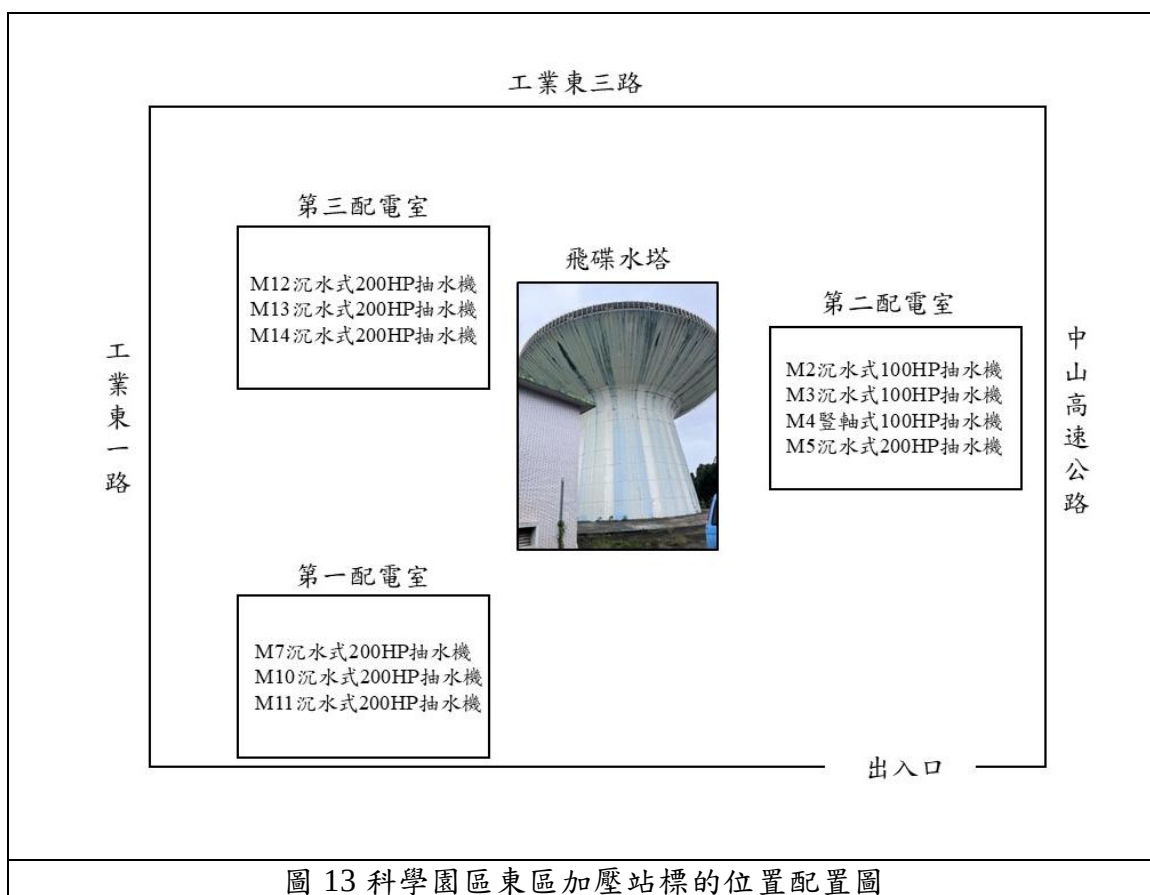
製程抽水設備名稱	用電當量 kW
M2 沉水式 100HP	86.94
M3 沉水式 100HP	84.61
M4 豎軸式 100HP	81.89
M5 沉水式 200HP	145.63
M7 沉水式 200HP	144.94
M10 沉水式 200HP	143.53
M11 沉水式 200HP	147.60
M12 沉水式 200HP	135.90
M13 沉水式 200HP	145.63
M14 沉水式 200HP	160.05



圖11 抽水機用電量測



圖 12 第二配電室 M2 100HP
沉水式抽水機量測當量



1. 改善項目說明

(1) 抽水機加裝變頻器

科學園區東區加壓站需要穩定的供給新竹科學園區和民生之用水，因此設備的運轉時數長，用電量大和設備磨損是不可避免的。本次診斷在設備盤查中發現當前抽水機只有第三配電室M14沉水式200HP抽水機有裝設變頻器，且無啟用變頻之功能，其他的9台抽水機皆無安裝變頻器。因此在本次診斷中評估機房空間及效益後，於第二配電室中M4豎軸式100HP抽水機和M5沉水式200HP抽水機之馬達裝變頻器，使抽水機可以平滑的啟動和停止，可以減少設備的損耗，延長設備使用壽命，且根據實際用水需求調節將馬達降頻運行，能夠降低用電量、增加電力單位使用效率是提升給水系統效能與穩定性的必要選擇。

圖14 自來水會刊第42 卷第3 期(167)第58頁

表 2 東京都水道局推動淨零排放主要措施

主要措施	內容概述
提升發電設施的效率	為了在發生災害時也能維持穩定的供水，在大型淨水場設置發電設施，並採用有效利用廢熱的節能熱電聯產系統。在設置或更新這些發電設施時，將引入熱電聯產系統，根據設施形式和設置條件對發電方法進行比較和研究，並採用高效能的發電系統。
引進節能泵送設備並更換高效設備	(1) 安裝在淨水場和供水站的抽水機設備消耗大量電力，輸配水過程用電量約佔當局用電量的 60%。因此，在安裝或更新抽水機時，推動導入能量損失比以前更少的變頻式抽水機。例如，在 2019 年更新了輸配抽水機設備的金町淨水場，輸送每 1 立方公尺水的耗電量平均減少了約 21%。 (2) 積極引進空調、照明、變壓器和除抽水機以外的其他設備的高效設備，以減少二氧化碳排放量。

(2) 汰換抽水機

在經由ESCO業者的量測之下，200HP的抽水機當中，用電量較大的抽水機分別為第一配電室的M7、M10、M11和第二配電室的M5，以上四台抽水機最久的已使用了超過20年，因此選擇汰舊換新的方式，提升場域的效率和減少單位產能的耗電量。

(3) 管路加裝流量計及壓力表

目前場內現況，無法即時取得抽水機在運轉中的確切的抽水量，因此需要管路上加裝超音波式流量計，監測實際流量數據，並在廠區給水口管路末端裝設壓力表，檢測給水壓力數值，再傳輸回既有監測系統提供及時可視化的數據，來調整設備在給水需求與能源使用之間的最高的效益，達到原有的供給不變下，能源效率最大化。

(4) 導入智慧電表

在各個抽水機安裝智慧電表整合上述的流量計與壓力表，傳輸至目前廠區內既有的監控系統，蒐集抽水機系統即時電力數據和效能，能夠即時判斷抽水系統的運作狀態及給水效能。透過可視化數據呈現在電控室或遠端介面，讓管理人員能夠即時進行設備監控和操作調整和支援預防性維護工作，達到整體水處理流程節能減碳目標。

2. 改善措施之結果：

本計畫預計在不影響供水及給水的條件下，汰舊換新M5、M7、M10、M11四台抽水機，並將裝設變頻器的M4、M5、M14三台抽水機的降頻進行運轉(調整頻率之數值依實際供水狀況為主)，並結合廠區既有監控系統，串聯設備，蒐集數據，達到最佳能源控制，用電減少444,054 kWh/年，以112年平均電價3.27元/度計算，每年可省1,452,660元，減碳219,363 kg CO₂。

3. 預估專案計畫節能率

表六 預估專案計畫節能率

節能措施	節能後 製程抽水設備	節能量	專案 節能率
降頻運轉	M4豎軸式100HP抽水機	23,358	8.43%
	M14沉水式200HP抽水機	45,630	
換高效抽水機	M7沉水式200HP抽水機	93,702	
	M10豎軸式200HP抽水機	66,342	
	M11豎軸式200HP抽水機	83,436	
換高效抽水機 +降頻運轉	M5沉水式200HP抽水機	131,586	
總計		444,054	

二、 預估節能效益

1. 降頻運轉節能效益計算式：

依泵浦定律 (Pump Affinity Laws)：

$Q1/Q2 \propto N1/N2$ ：流量與馬達轉速成正比。

$H1/H2 \propto (N1/N2)^2$ ：壓力 (揚程) 與馬達轉速平方成正比。

$P1/P2 \propto (N1/N2)^3$ ：消耗電力 (功率) 與馬達轉速三次方成正比。

以M4沉水式100HP抽水機為例：

流量：

降頻前水量為10,000 CMD

降頻後水量為10,000 CMD $\times$ (56 HZ / 60 HZ)=9,333 CMD

揚程：

降頻前額定揚程為45 M，需求水頭(揚程)為29.9 M

降頻後揚程為45 M $\times$ (56HZ / 60 HZ)²=39.2 M，仍有10 M餘裕

功率：

變頻器自身的損耗會引起系統損耗增加約3~5%

變頻器供電情況下電機也將增加損耗約1~2%

系統總損耗將增加約4~7%，

故本公式取7%為變頻器電轉換消耗最大預估值推估計算。

降頻前功率為81.89 kW

降頻後功率為 81.89 kW $\times$ (56 HZ / 60 HZ)³ $\times$ (1+7%) = 71.24 kW

運轉時數：

降頻前運轉時數為4,200 hr

降頻後運轉時數為4,200 hr / (56 HZ / 60 HZ)=4500 hr

年用電量：

降頻前年用電量： $81.89 \text{ kW} \times 4,200 \text{ hr} = 343,938 \text{ kWh}$

降頻後年用電量： $71.24 \text{ kW} \times 4,500 \text{ hr} = 320,580 \text{ kWh}$

表七 M4 豎軸式100HP抽水機降頻節能數據

M4豎軸式 100HP抽水機	水量 CMD	總揚程 M	頻率 HZ	功率 kW	運轉時數 hr	年用電量 kWh
降頻前	10,000	45	60	81.89	4,200	343,938
降頻後	9,333	39.20	56	71.24	4,500	320,580
節能量						23,358
需求揚程： 西區4萬噸配水池高程128.4M-東區加壓站高程98.5M=29.9M						

表八 M14 沉水式200HP抽水機降頻節能數據

M14沉水式 200HP抽水機	水量 CMD	總揚程 M	頻率 HZ	功率 kW	運轉時數 hr	年用電量 kWh
降頻前	18,000	45	60	160.05	4,200	672,210
降頻後	16,800	39.20	56	139.24	4,500	626,560
節能量						45,630
需求揚程： 西區4萬噸配水池高程128.4M-東區加壓站高程98.5M=29.9M						

2. 汰換抽水機節能效益計算式：

抽水機功率計算公式： $P_{in} = (Q \times H \times \rho \times g) / (\eta \times 1,000)$

P_{in} ：輸入功率 (kW)

Q ：水量 (m^3/s) = CMD / 86,400

H ：揚程 (M)

ρ ：水的密度 (假設為 $1,000 \text{ kg/m}^3$)

g ：重力加速度 (9.81 m/s^2)

η ：效能

以M7沉水式200HP抽水機為例

汰換前年用電量： $144.94 \text{ kW (量測數據)} \times 4,200 \text{ hr} = 608,748 \text{ kWh}$

新抽水機功率：

$$(18,000/86400 \times 45 \times 1,000 \times 9.81) / (75\% \times 1,000) = 122.63 \text{ kW}$$

汰換後年用電量： $122.63 \text{ kW} \times 4,200 \text{ hr} = 515,046 \text{ kWh}$

表九 汰換前規格及用電量

汰換前型式	水量 CMD	總揚程 M	電壓 V	電流 A	轉速 rpm	效能 %	功率 kW	運轉 時數 hr	年用電量 kWh
M7沉水式 200HP	15,000	60	440	255	1,750	查無	144.94	4,200	608,748
M10沉水式 200HP	18,000	45	440	255	1,750	67.2	143.53	4,200	602,826
M11沉水式 200HP	18,000	45	440	250	1,150	52.7	147.60	4,200	619,920
總計									1,831,494

表十 汰換後規格及用電量

汰換後型式	水量 CMD	總揚程 M	電壓 V	電流 A	轉速 rpm	效能 %	功率 kW	運轉 時數 hr	年用電量 kWh
M7沉水式 200HP	18,000	45	440	255	1,750	75	122.63	4,200	515,046
M10豎軸式 200HP	20,000	45	440	240	1,150	80	127.73	4,200	536,484
M11豎軸式 200HP	20,000	45	440	240	1,150	80	127.73	4,200	536,484
總計									1,588,014

3. 汰換抽水機及降頻運轉節能效益計算式：

抽水機功率計算公式： $P_{in} = (Q \times H \times \rho \times g) / (\eta \times 1,000)$

汰換前功率：145.63 kW

汰換後功率：

$$(18,000 / 86,400 \times 45 \times 1,000 \times 9.81) / (75\% \times 1,000) = 122.63 \text{ kW}$$

依泵浦定律 (Pump Affinity Laws)：

$Q_1/Q_2 \propto N_1/N_2$ ：流量與馬達轉速成正比。

$H_1/H_2 \propto (N_1/N_2)^2$ ：壓力(揚程)與馬達轉速平方成正比。

$P_1/P_2 \propto (N_1/N_2)^3$ ：消耗電力(功率)與馬達轉速三次方成正比。

流量：

汰換後降頻前水量為18,000 CMD

汰換後降頻後水量為18,000 CMD $\times$ (56 HZ / 60 HZ) = 16,800 CMD

揚程：

汰換後降頻前額定揚程為45 M，實際水頭(揚程)為29.9 M

汰換後降頻後揚程為45 M $\times$ (56 HZ / 60 HZ)² = 39.2 M，仍有餘裕

功率：

本公式加入ESCO節能廠商變頻器電轉換消耗經驗法則 7%推估計算。

汰換後降頻前功率為122.63 kW

汰換後降頻後功率為 122.63 kW $\times$ (56 HZ / 60 HZ)³ $\times$ (1+7%) = 106.68 kW

運轉時數：

汰換後降頻前運轉時數為4,200 hr

汰換後降頻後運轉時數為4,200 hr / (56 HZ / 60 HZ) = 4,500 hr

年用電量：

改善前年用電量：145.63 kW× 4,200 hr =611,646 kWh

改善後年用電量：106.68 kW × 4,500 hr =480,060 kWh

表十一 M5沉水式200HP改善後規格及降頻節能數據

M5沉水式 200HP	水量 CMD	總揚程 M	效能 %	頻率 HZ	功率 kW	運轉時數 hr	年用電量 kW
改善前	15,000	60	查無	60	145.63	4,200	611,646
汰換後	18,000	45	75	60	122.63	4,200	515,046
降頻運轉後	16,800	39.2	75	56	106.68	4,500	480,060
節能量							131,586
需求揚程： 西區4萬噸配水池高程128.4M-東區加壓站高程98.5M=29.9M							

三、預估計畫節能率

整體節能與節能率為：444,105 / 5,266,560 = 8.43%

表十二 專案效益表

改善地點	節能方案	節省用電量 (kWh/年)	節省油 當量 (Kloe/年)	減少 tCO ₂ 排碳 (噸/年)	整場 節能率 (%)	回收 年限 (年)
科學園區 東區加壓站	降頻運轉	69,008	6.5971	34.0898	1.31	12
	換高效抽水機	243,500	23.2786	120.2891	4.62	
	換高效抽水機 +降頻運轉	131,597	12.5807	65.0089	2.50	
合計		444,105	42.4564	219.3878	8.43	
註： 1.每度電產生 = 0.494 kg CO ₂ (112年電力排碳係數能源署公告) 2.每度電以單位平均電價計算						

表十三 改善計畫能源使用狀況

改善地點	新竹給水廠 科學園區東區加壓站	合計
能源單價(元/kWh)	3.27	
改善前用電量 (kWh/年)	5,266,560	5,266,560
改善前油當量 (kLOE/年)	503.4831	503.4831
改善前金額(元/年)	17,222,255	17,222,255
改善後用電量 (kWh/年)	4,822,506	4,822,506
改善後油當量 (kLOE/年)	461.0316	461.0316
改善後金額(元/年)	15,769,595	15,769,595
節約用電量 (kWh/年)	444,105	444,105
節約油當量 (kLOE/年)	42.4516	42.4516
節約金額(元/年)	1,452,660	1,452,660
節能率(金額基準)	8.43%	8.43%
節能率(耗能基準)	8.43%	8.43%
tCO ₂ 減量(噸/年)	219.3627	219.3627

第參章、專案財務規劃說明

表十四 整體預估費用初估表

整體專案預估費用初估表			
科目	金額(元)	%	說明
1.材料費			
A	10,400,000	60.7	200HP沉水式抽水機×2、200HP豎軸式抽水機×2
B	2,500,000	14.6	變頻器×2 (100HP×1台、200HP×1台，含電盤、線材、五金另料)
C	250,000	1.5	既有監控系統整合
D	1,350,000	7.9	夾管式超音波流量計租用費
E	250,000	1.5	監控設備-數位式壓力計×10
F	250,000	1.5	監控設備-單迴路智慧電表×10
2.施工費			
A	800,000	4.7	200HP沉水式抽水機×2、200HP豎軸式抽水機×2施工費(施工、試車)
B	450,000	2.6	監控設備施工費(設備安裝、有線線路拉設)
C	300,000	1.8	電盤施工工程(下貨、拆箱、搬運、吊掛、安裝定位、現場拉配線……等)
D	100,000	0.6	現場測試
3.業務費	120,000	0.7	量測驗證費
4.設計費	200,000	1.2	專案規劃
5.管理費	150,000	0.9	工程施工管理及相關文件作業費
6.稅捐	856,000		營業稅(為1~5項之5%)
合計	17,976,000	100	