

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：地熱發電開發規劃及運轉自主能力研習

頁數 49 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

趙元豐/台灣電力公司/再生能源處/主辦機械工程專員/(04)2658-0151#4310

劉家成/台灣電力公司/再生能源處/規劃專員/(02)2366-7534

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：108年11月30日至12月13日

出國地區：冰島、德國

報告日期：109年2月11日

分類號/目

關鍵詞：冰島地熱、德國地熱、地熱電廠營運

內容摘要：

在福島核災爆發後，各國對核能安全之重視升級，國內反核聲浪亦日漸高漲，政府遂訂定2025年非核家園之目標，並設定能源配比以燃氣發電站比50%；燃煤30%；再生能源20%之框架，規劃短、中、長期各項再生能源的開發量體目標。在政府積極的推動下，目前國內地熱發電的開發有逐步展開的趨勢，惟對於地熱開發的經驗不足，需要師法地熱大國，吸取經驗。本次希望學習相關經驗，以期培養未來國內地熱發電自主開發及運轉能力。

本次前往冰島及德國的電力公司交流及所屬地熱發電廠參訪實習，獲益良多，包含國家早期投入探勘資源，到後續電力公司投入開發，都顯示出地熱開發須循序漸進，才能降低投資風險。

雖然能源轉型迫在眉睫，仍希望政府能投入更多的資源在地熱探勘，具體的作法如選送人員出國進行較長期的實習與訓練、引進國外地熱專業鑽井團隊、修訂相關法規並建立更友善的地熱開發環境…等。

出國報告(出國類別：實習)

地熱發電開發規劃及運轉自主能力 研習

服務機關：台灣電力公司再生能源處

姓名職稱：趙元豐工程師、劉家成工程師

派赴國家：冰島、德國

出國期間：108.11.30~108.12.13

報告日期：109.2.10

目錄

一、	目的.....	2
二、	行程表.....	3
三、	交流紀要.....	3
3.1	VRMAORKA EHF 公司.....	3
3.2	FLUDAORKA 地熱發電廠.....	4
3.3	ÍSOR (Iceland GeoSurvey).....	13
3.4	ON power(Orka náttúrunnar).....	14
3.5	Hellisheiði 地熱發電廠.....	14
3.6	ENBW (安能集團).....	22
3.7	Bruchsal 地熱發電廠.....	22
四、	心得.....	26

一、 目的

在福島核災爆發後，各國對核能安全之重視升級，國內反核聲浪亦日漸高漲，政府遂訂定 2025 年非核家園之目標，並設定能源配比以燃氣發電站比 50%；燃煤 30%；再生能源 20%之框架，規劃短、中、長期各項再生能源的開發量體目標，其中地熱發電於 2025 年設定量體為 200MW。在政府積極的推動下，目前國內地熱發電的開發有逐步展開的趨勢，惟對於地熱開發的經驗不足，需要師法地熱大國，吸取經驗。

冰島位於板塊張裂地區，地熱資源豐富，地熱發電之開發亦領先全球，其地熱發電總裝置容量目前為 751MW，雖然未排入世界前十名，但其供電占比約總用電 30%。除了一些大型的地熱電廠外，亦有一些中低溫地熱區正在開發中。另外，德國目前亦積極在執行能源轉型，在光電、陸域風電及離岸風電上均有成效，惟在地熱發電項目似乎不若其他國家興盛，為了解該等國家地熱開發歷程，本次參訪希望學習相關經驗，以期培養未來國內地熱發電自主開發及運轉能力。

二、 行程表

日期	研習機構	研習內容
11/30~12/1	-	往程(台北-法蘭克福-雷克雅未克)
12/2	VRMAORKA EHF 公司	•地熱開發經驗交流
12/3	FLUDAORKA 地熱發電廠	•地熱電廠研習
12/4	-ISOR -Hellisheiði 地熱發電廠	•地熱探勘技術 •地熱電廠研習
12/5	-ON 電力公司	•地熱開發經驗交流
12/6	-EFLA 工程顧問公司	•地熱開發經驗交流
12/9	-	行程(雷克雅未克-法蘭克福)
12/10	ENBW 創新學院	•再生能源開發經驗交流
12/11	Bruchsal 地熱發電廠	•地熱電廠研習

三、 交流紀要

3.1 VRMAORKA EHF 公司

Varmaorka 是冰島的一個能源開發商，於 2017 年創立，致力開發中低溫地熱資源來發電。該公司成立原因係希望透過開發再生能源來減少減少二氧化碳排放，以對抗全球暖化。Varmaorka 的政策是為環境問題樹立榜樣，致力於通過簡單的解決方案和良好的服務對環境和社會產生積極影響。

該公司的技術合作夥伴是瑞典 Climeon AB 公司。Climeon 是一家潔淨能源技術供應商，提供的技術可以利用工業廢熱中的能量和低溫地熱來發電。

Varmaorka 目前於冰島弗呂濟(Flúðir)地區已完成一座 FLUDAORKA(600kW)地熱發電廠，近期目標還有 Reykholt(300kW)及 Efri-Reykir(600kW)等 2 場址開發，中長期希望在冰島地區建置 10~15 座地熱發電廠。

3.2 FLUDAORKA 地熱發電廠

FLUDAORKA 發電廠位於冰島東南部的弗呂濟 (Flúðir) 郊外，該地區地熱熱量豐富，主要用於區域供暖和溫室。而此電廠規劃初期，已存在一口未運作的井。電廠於 2018 年 5 月動工，工作已於 2019 年 3 月完成。創下冰島建置電廠最快速的紀錄。

該發電廠占地不大，使用一口生產井，將四部 Climeon 150kW 發電系統串接，並採用水冷式系統構成整個循環系統(廠區照片如圖 1~圖 3)。該生產井的出口溫度約 116°C，水流量約 20L/s，熱水經過四部 ORC 發電機組熱交換進行發電後，尾水溫度降至 65°C(概念圖如圖 4)。因冰島地區水源補助充足，即使在沒有回注的情形下，仍可保持穩定的地熱供應量，故本電廠並無設計回注系統，讓尾水逕流排放。

此電廠所利用之生產井，井深約 1,500 公尺，經相關試驗發現井水位約在地表下 47 公尺處，不具自湧條件，故以加裝 LSP(Line Shaft Pump，如圖 5)，將沉水泵伸入井地約 50 公尺處，將水泵出地表發電。

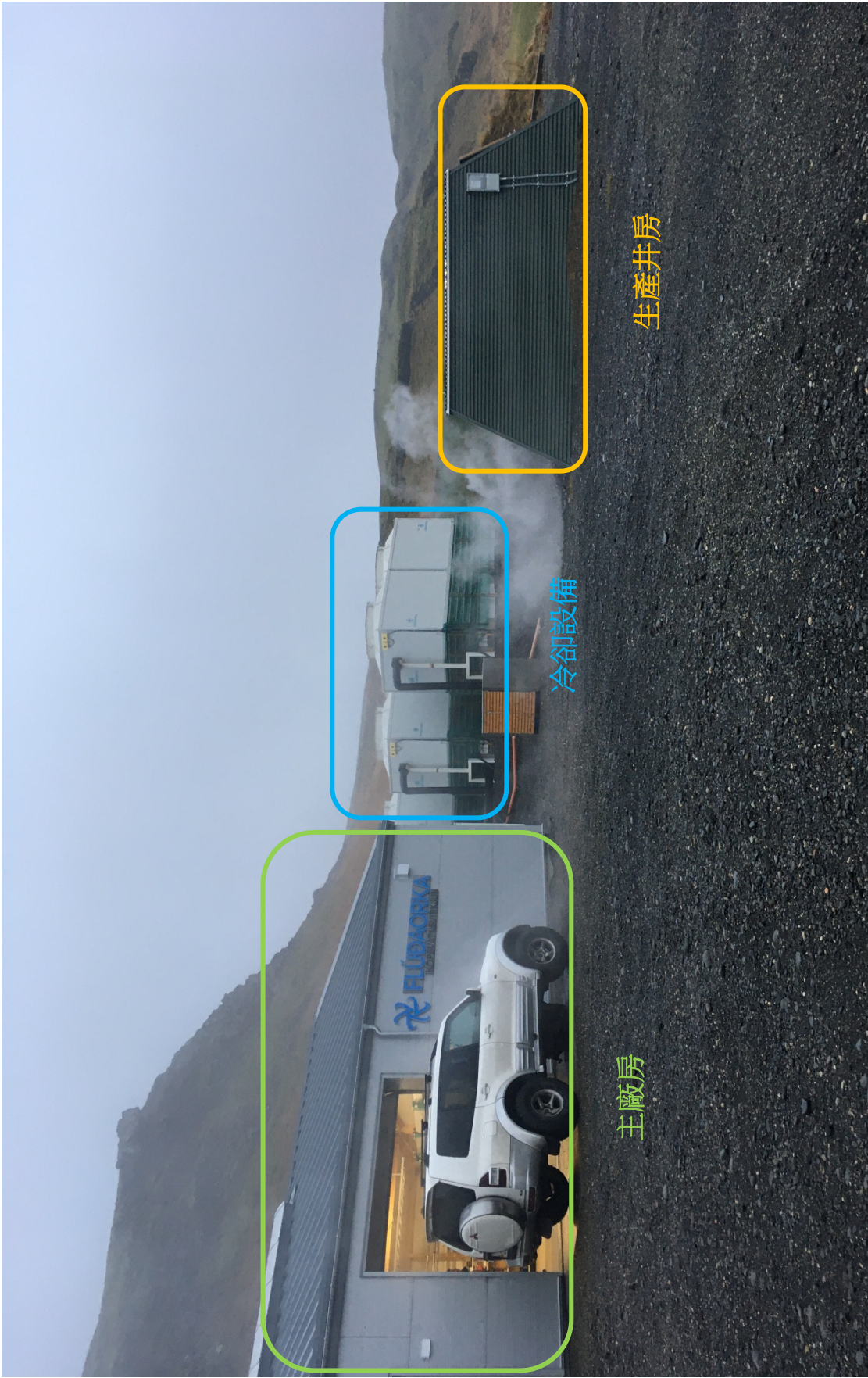
Climeon Heat Power 系統採用有機朗肯循環(ORC)的原理，但所需壓力較一般市售機組還低，它利用冷熱水之間的溫差產生電能。單部 150kW 模組化機組其大小僅為一個 2m*2m*2m 的方盒，將熱交換系統、發電機及其他相關設備整合於其中(如圖 6)，能有效利用空間，對於未來可能擴充之電廠，亦提供較佳之解決方案。

此電廠已併網發電，但目前仍持續進行測試及調整，希望能夠找到電廠最大化的電力輸出。先前測試的過程中，發現地熱水中的不凝結氣體含量比預期高，而使設備不穩定，經過一個半月的測試後，找到了解決方案，並繼續進行調整。

在電廠內部透過自動化的監視及控制設備，可了解電廠運作情形(如圖 7)，此電廠並設計遠端監控系統，可透過網路即時連線並進行調控，原則上無需常

駐人力進行運轉，僅需定期安排巡檢。

Varmaorka 公司正在規劃擴充電廠裝置容量，預計在原廠房中加 4 部相同機組，將整個電廠擴大為 1.2MW，然而在部鑽鑿新井的情況下，目前規劃以原井加入 ESP(Electric Submersible Pump)，將沉水馬達深入井底約 200 公尺處，將更大流量的地熱水泵出地表發電。



主廠房

冷卻設備

生產井房

圖 1 FLUDAORKA 地熱發電廠區照片 1



主廠房-發電設備

主廠房-控制室及電氣設備

圖 2 FLUDAORKA 地熱發電廠廠區照片 2



圖 3 FLUDAORKA 地熱發電廠-發電機組

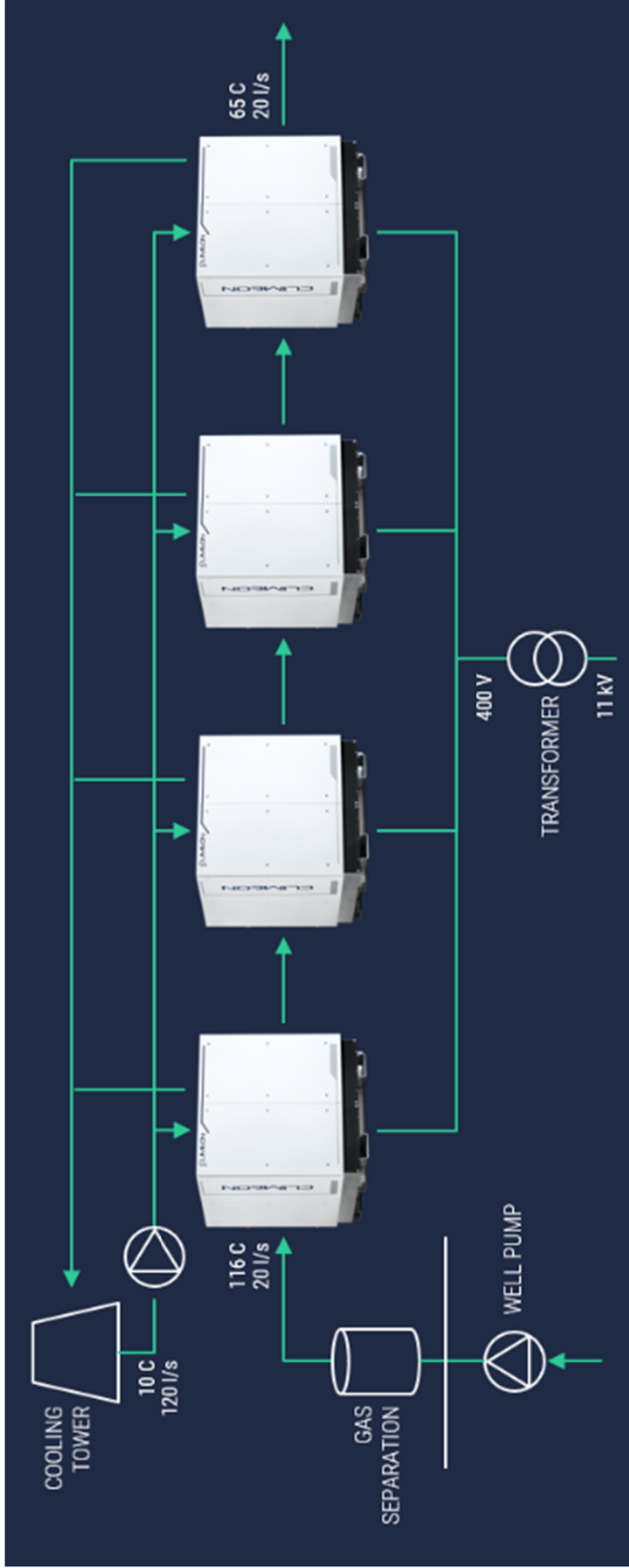


圖 4 FLUDAORKA 地熱發電廠概念圖

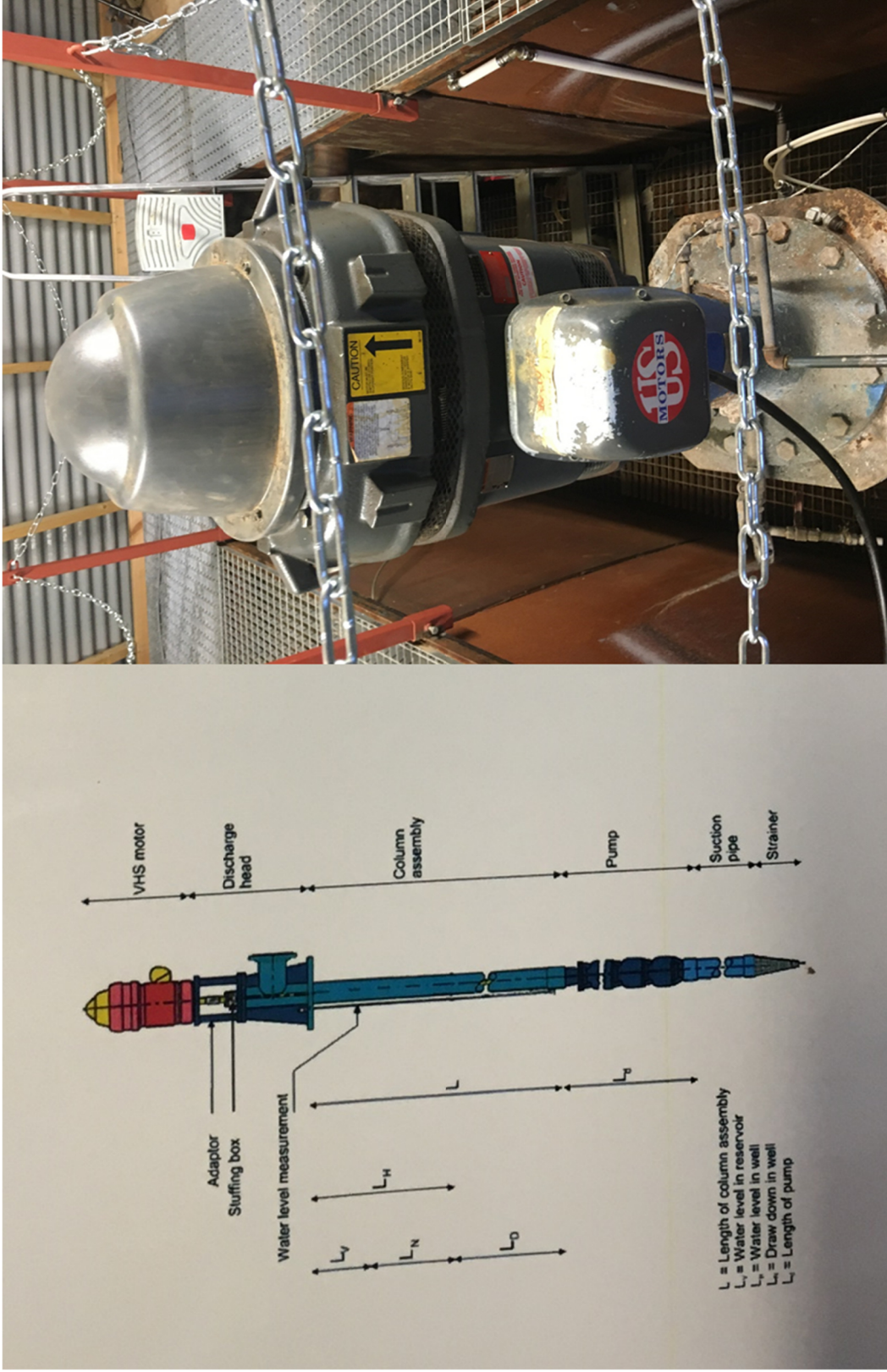


圖 5 生產井 LSP

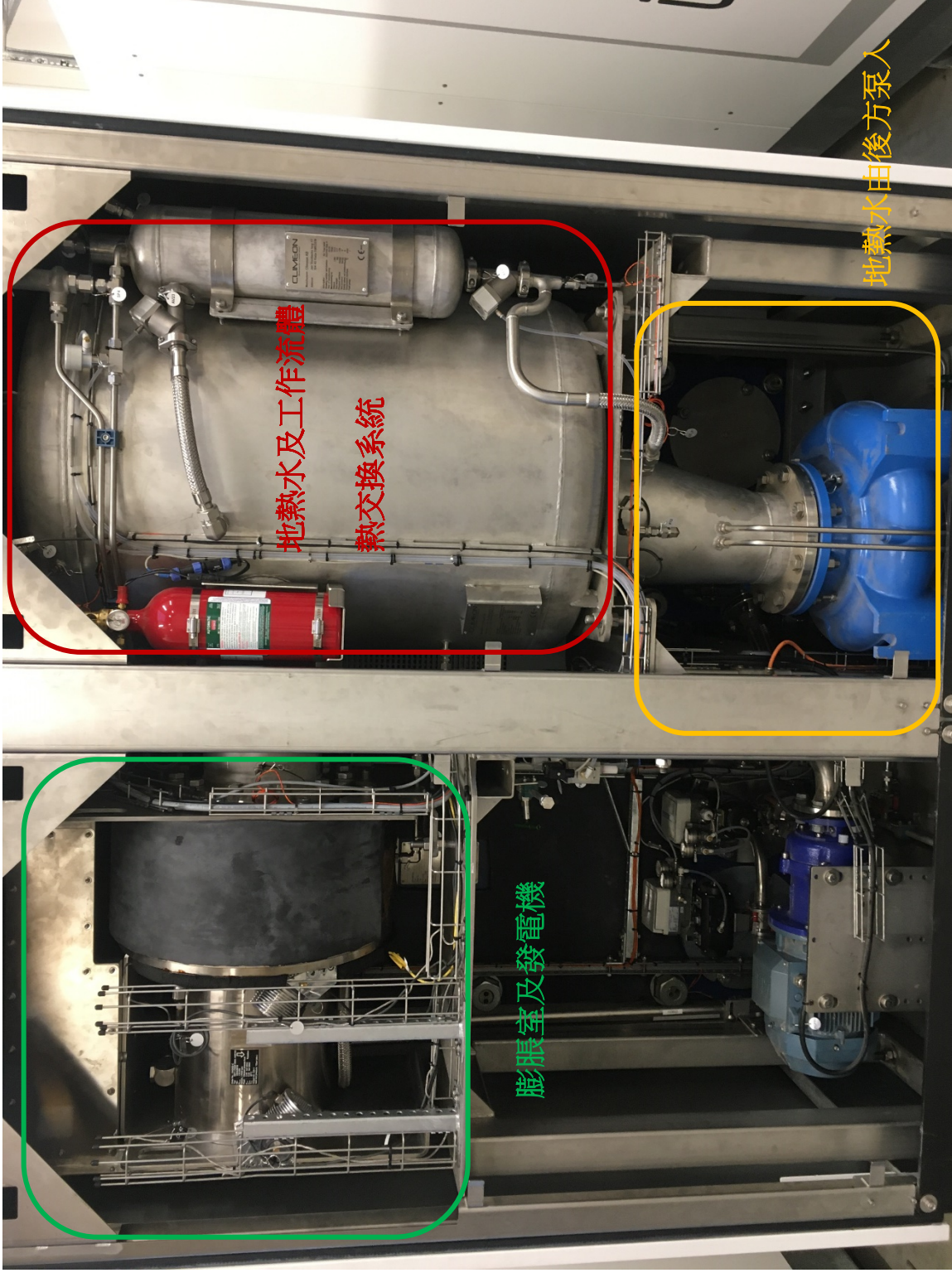


圖 6 Climeon 150 機組內部

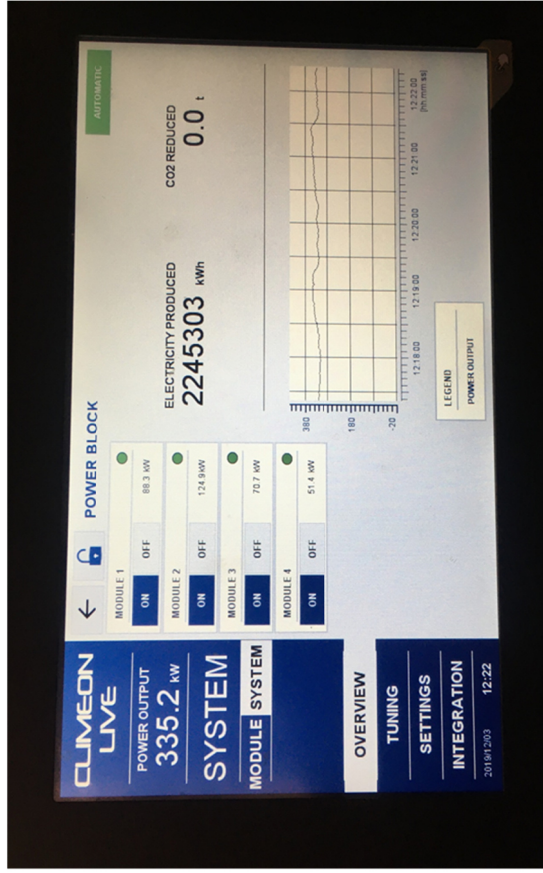
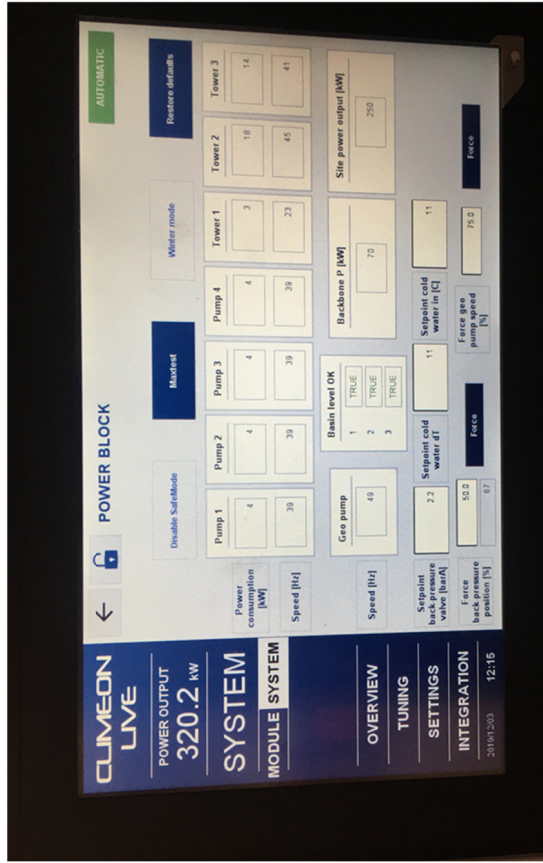
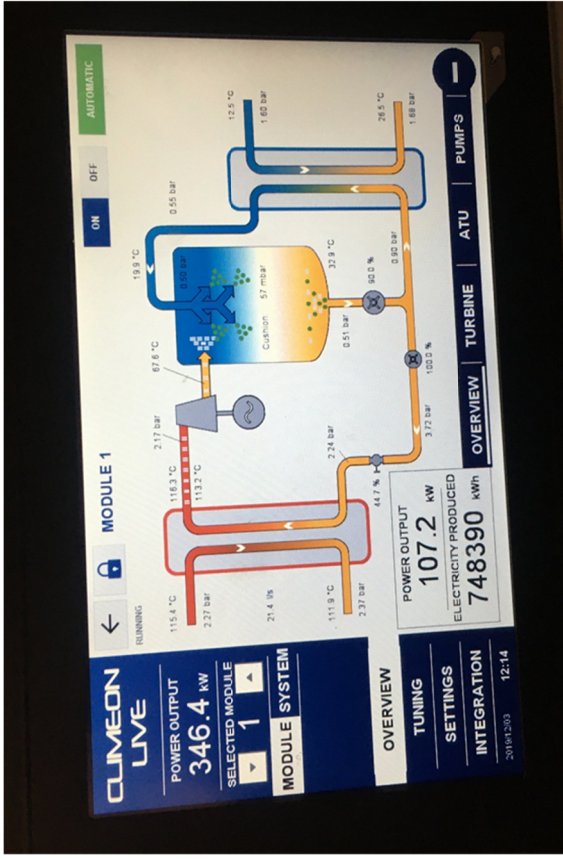


圖 7 電廠控制系統儀表

3.3 ÍSOR (Iceland GeoSurvey)

ÍSOR 是一家諮詢和研究機構，專門為冰島電力行業，冰島政府和外國公司提供專業服務，尤其是在地熱科學和利用領域。它還旨在通過系統的勘測，監測和研究，提高對冰島陸地及其大陸架的地球科學知識。總部位於雷克雅未克，在北冰島阿庫雷裡設有分支機構。

ÍSOR 是一家以專案和契約為基礎運營，自負盈虧的非營利性政府機構。它成立於 2003 年，並接管了冰島國家能源局（Orkustofnun）的前地球科學部的所有職責。冰島政府機構的系統能源研究始於 1944 年，此後一直持續進行。該機構及其前身的相關研究工作對冰島能源利用發揮了關鍵作用，使目前冰島電力超過 50% 的一次能源使用都來自地熱能。

他們提供的技術服務包含地熱勘探、鑽井諮詢、井測及評估、資源評估與管理、地熱訓練、環境研究、地下水研究、工程地質、海上勘探、信息技術等項目。除了提供冰島國內服務以外，該機構也提供海外服務，在世界各地提供技術諮詢。在亞洲，中國、菲律賓、印尼等國家皆有一些項目在執行中，近期日本也有公司委託他們進行相關探勘研究。

在交流的過程中，我們也分享了目前台灣地熱發展的現況，主要提到台灣目前鑽井技術皆為承襲石油工業一脈，故都還是使用泥漿鑽井，地熱能源主持人 Richter 博士表示在地熱開發上，泥漿鑽井較不適合，若泥漿的比重沒有控制得當，將汙染破碎帶及出水孔隙，使原先條件優良的井可能因此而損失。較好的鑽井方式為清水鑽井或空氣鑽井，可以排除上述問題。

另外該機構也是聯合國大學地熱培訓計劃（UNU-GTP）的執行單位，UNU-GTP 成立於 1978 年 12 月，迄今以 40 年，旨在協助發展中國家進行地熱勘探和開發方面的能力建設。該方案包括為期六個月的年度培訓，培訓來自地熱潛力巨大的發展中國家和轉型國家的專業人員。Richter 博士表示，目前尚無來自台灣的工程師接受訓練，並非常歡迎未來台灣能派員參與實習計畫。

3.4 ON power(Orka náttúrunnar)

ON Power (冰島語：Orkanáttúrunnar) 是一家冰島電力公司，總部位於首都雷克雅未克，該公司主要利用可再生能源（主要是地熱）為工業和家庭生產和銷售電力。除了電力以外，還為雷克雅未克及周邊地區的空間供暖。他們主要服務區域是雷克雅未克及冰島西南部的周邊地區。

ON Power 成立於 2014 年 1 月 1 日，是雷克雅未克能源公司 (Reykjavik Energy) 的子公司，雷克雅未克能源公司由雷克雅未克市(City of Reykjavík)以及阿克拉內斯(Municipalities of Akranes)和博爾加涅斯市政府(Municipalities of Borgarbyggð)擁有。冰島自 2003 年起放寬對電力市場的管制，雷克雅未克能源將其電力生產和銷售(包括發電廠)轉移到 ON Power 子公司。

ON Power 擁有並經營 Nesjavellir 和 Hellisheiði 地熱發電廠。地熱電廠為冰島的工業和家庭提供電力和熱水。雷克雅未克地區 99% 的房屋都由地熱源提供的熱水供暖。上述兩電廠皆位於冰島西南部的亨吉德(Hengill)火山區。除了地熱電廠以外，ON 還經營位於 Borgarfjörður 的 Andakílsárvirkjun 水力發電站。

Nesjavellir 地熱發電廠從 1990 年開始運營，發電裝置容量為 120MWe，供熱容量為 300MWth；Hellisheiði 發電廠從 2006 年開始運營，發電裝置容量為 303MWe，供熱容量為 133MWth。Andakílsárvirkjun 水力發電站自 1947 年以來運營至今，裝置容量為 8 MWe。

3.5 Hellisheiði 地熱發電廠

3.5.1 電廠概述

依裝置容量，Hellisheiði 發電廠為第六大的地熱發電廠，並且為冰島最大的地熱發電廠，本廠利用閃發式地熱發電系統，與上述同為 ON 經營之 Nesjavellir 地熱發電廠相距約 11 公里。此電廠係依長期對 Hengill 地區地熱觀察及研究，於 2001 年提出的研究報告後，決定於 2002 年開始建廠，並分五個階段逐步擴建，各階段完成項目及時間如下表所列：

階段	裝置容量	時間
1	45MW _e	2006 年/10 月
	45MW _e	2006 年/11 月
2	33MW _e	2007 年/9 月
3	45MW _e	2008 年/9 月
	45MW _e	2008 年/11 月
4	133MW _t	2010 年/12 月
5	45MW _e	2011 年/5 月
	45MW _e	2011 年/6 月

註：下標 e 代表電力；下標 t 代表供熱

Hellisheiði 電廠使用 30 個生產井與三個汽水分離站(簡稱分離站)相連，兩個發電站，整個廠區配置如圖 8 所示。從 30 口生產井中收集地熱流體共可提供高達 503 kg / s 的蒸汽和 645 公斤/秒的水。蒸汽場分為三個區域，每個區域都有自己的區域分離站(如圖 8)。共 7 口井匯集至距發電站 2 約 570 公尺處之分離站 1 進行汽水分離；共 18 口井匯集至距發電站 1 約 1,540 公尺處之分離站 2 進行汽水分離；而剩餘 5 口井則匯集至距發電站 2 約 1,250 公尺處之分離站 3 進行汽水分離。總共 30 口地熱井與三個分離站，汽水分離後，將所有水合併在一起，在緊急情況下，分離出的水可以釋放到緊急排放出口。

3.5.2 井場、分離站、發電站規劃

在正常運作下，使用 29 口生產井，另 1 口作為備用。二相流體經由管線輸送到發電站，最長輸送距離可達 3.2 公里。發電站、井場、管線及分離站需考量地形等因素進行布置，以本電廠為例，井場及分離站所在位置皆在高處(如圖 9)，與發電站之高程差至少有 150 公尺，如此配置有利於流體輸送，並在每個井頭皆設有節流閥，以便日後調控。

發電站採用模組化設計。每台渦輪機皆搭配一個預分離器和兩個蒸汽分離器。大約 80% 的水繞過蒸汽分離器並通過預分離器。這種設計是為了降低水

流向蒸汽的風險。每個模組中，蒸汽壓力由蒸汽閥室(steam valve house)控制，多餘的蒸汽由約 25 公尺高的煙囪排放。

分離器中的水位由控制閥控制，可以將水釋放到一個分離水管道系統中。正常營運期間，水通過管道輸送到低壓蒸汽系統，並在溫度 120°C、壓力 2 bar a 條件下閃發，閃發後的蒸汽與水在低壓分離器再分離，蒸汽被輸送至低壓渦輪發電機組發電，水被輸送至供熱站進行熱交換。高壓蒸汽發電系統、低壓蒸汽發電系統及供熱站所利用完畢之尾水，最後匯集以約 200kg/s 的流量注入回注井中。

3.5.3 發電系統規劃

本電廠共有兩個發電站，發電站 1 規模較大，包含前述第 1~4 期開發內容，包含高壓蒸氣系統(4 部 45MW_e 發電系統)及低壓蒸汽系統(1 部 33MW_e 發電系統)；發電站 2 主要為第 5 期開發項目，包含高壓蒸氣系統(2 部 45MW_e 發電系統)。各機組系統相關資訊如下表所列：

機組編號	額定輸出	廠牌	額定汽耗	入口壓力	冷凝壓力
1~4	45.0MW _e	Mitsubishi	75.2 kg/s(@7.5 bar _a)	6.5~9.5 bar _a	0.1~0.22 bar _a
11	33.6MW _e	Toshiba	83.5 kg/s(@2.0 bar _a)	-	0.068 bar _a
5~6	45.0MW _e	Mitsubishi	82.4 kg/s(@7.5 bar _a)	6.5~9.5 bar _a	0.1 bar _a
冷凝器		Balcke-Dürr	Type:殼管式		

液環真空泵從冷凝器抽取不凝結氣體。選擇液環真空泵的形式主要取決於渦輪汽耗及場地空間要求。高壓渦輪機的抽氣系統設計為蒸汽含量中有 1% 的不凝結氣體，而現階段通過高壓渦輪機的不凝結氣體含量為 0.5%。每台機組高壓機組皆裝設了 4 個 300 kW 的泵，2 台運作，2 台備用。而低壓機組設計之不凝結氣體為 0.1%，故僅需裝設 2 台 132 kW 泵進行抽氣。

3.5.4 電廠廠房建置規劃

該電廠設置於海拔 260 公尺處，由於當地天氣條件，所有主要設備都設置於室內。每個單元的建築物包括蒸汽閥室、分離閥室及分離站。渦輪機及發電

機廠房是傳統的鋼構廠房，連接之電氣設備和控制設備廠房則由混凝土構成，主要是藉由混凝土具有較高的密封性來避免硫化氫氣體(H₂S)損害電氣設備。

考慮 Hellisheiði 地區地震的歷史，經冰島大學評估及建議，本電廠設計可承受 0.6 g 的地動加速度，避免小規模損害或停止運轉，並可承受 1.3g 地動加速度，避免大規模損害。於 2008 年電廠附近曾發生芮氏規模 6.2 的地震，僅渦輪保護跳閘，但未發生其他事件或損壞。

來自地熱區周邊的氣體常具有腐蝕性，因此本廠建物內部均電鍍上鋁板，避免腐蝕。在設計供暖和通風系統時須特別注意，流入電氣設備及控制設備建築之空氣，皆須先通過活性煤過濾器，以吸收硫化氫氣體，並需要以地熱區外的空氣壓縮輸送至一些較敏感的設備及儀器。

3.5.5 電廠控制及營運

電廠以 PLC 控制所有子系統，而 PLC 的網絡已連接到 SCADA 系統，SCADA 系統並連接到雷克雅未克的調度中心，電廠日常的監控和控制都在那裡進行。在一般情況下，Hellisheiði 的控制室無人值班，電廠的操作員只在白天班負責日常工作期間進的巡視及維護。

3.5.6 產品(電力及熱水)輸送

電能被傳輸到一個附近的變電站，該變電站直接連接到國家電網，電壓為 220 kV。熱水從電廠被泵送到位於傳輸管道的最高點的儲水槽，其海拔高度為 266 公尺，容量為 950 立方公尺。從那裡，水在重力作用下流到供熱區域的儲水箱加熱系統再分配給消費者。再輸送的前 5 公里，輸送水管管徑為 1 公尺；剩下的 14 公里，其管徑為 0.9 公尺。

3.5.7 環境影響

Hellisheiði 發電廠於建廠前進行了兩次環境影響評估，分別為 2003 年及 2005 年，評估得出的結論是環境影響並不顯著。目前電廠從兩個冷卻塔釋放

的硫化氫隨風進入大氣，自 2014 年起新的規範僅允許有限制的硫化氫含量排放。針對硫化氫排放的問題，ON 公司亦從 2011 年起進行一系列之研究，目前朝向將該氣體收集後，再回注地下。

3.5.8地熱發電展示教育

本電廠除了是冰島第一大地熱電廠之外，它還設立了一個展示教育館(如圖 10)，對外開發參觀，並有專員導覽，展示內容完整，可以使普羅大眾對於冰島能源及地熱發電進一步認識。

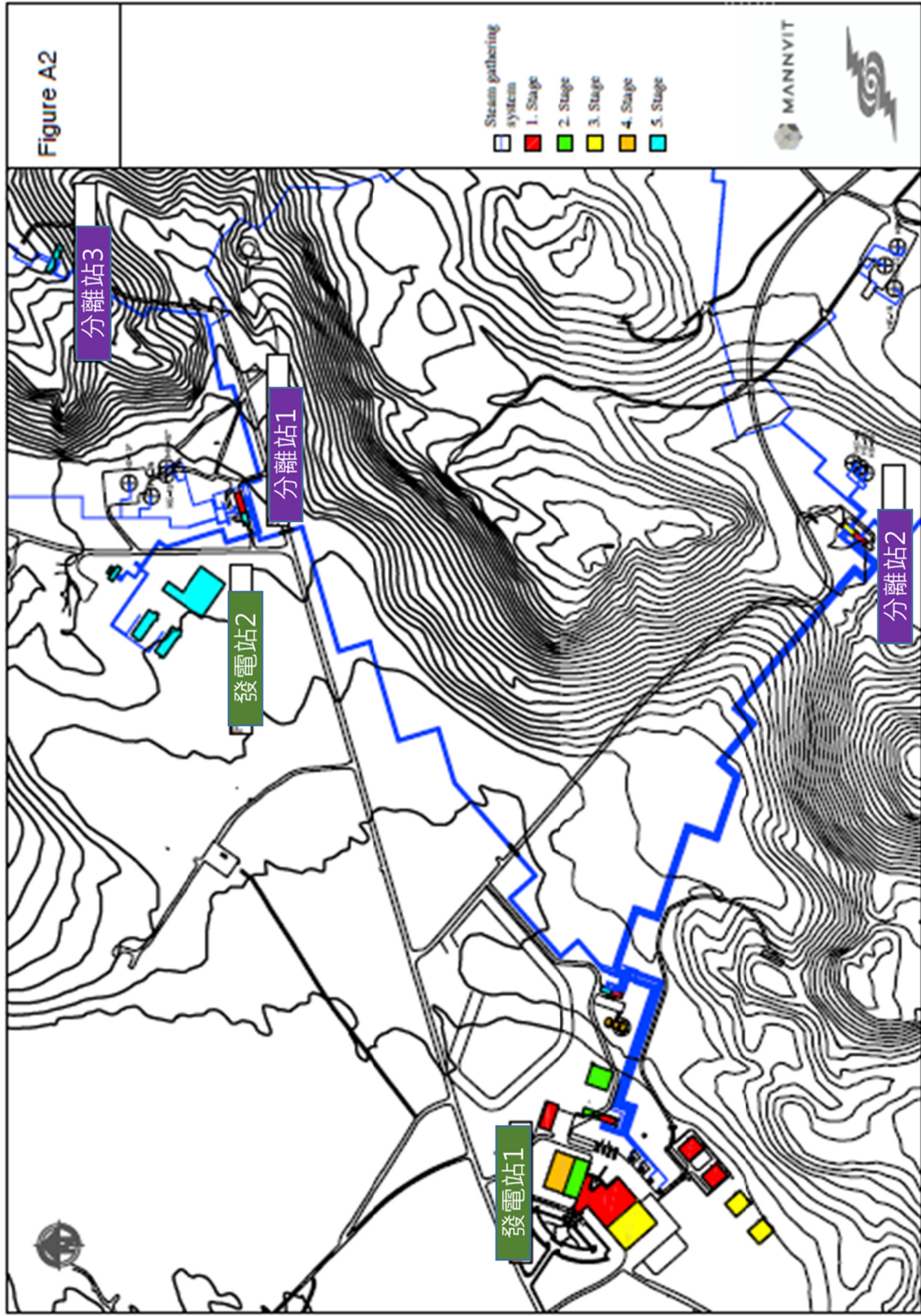


圖 8 Helliheiði 發電廠-發電站及分離站配置圖 1



圖 9 Hellisheiði 發電廠-發電站及分離站配置圖 2

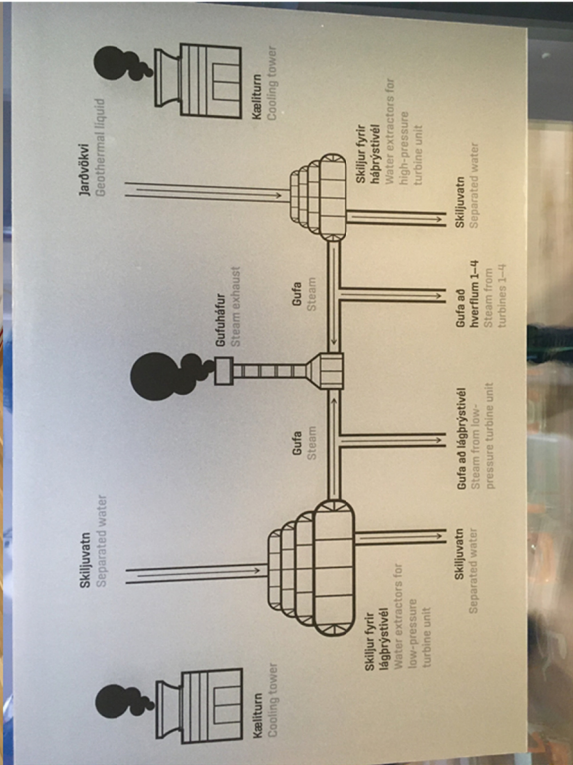


圖 10 Hellisheiði 發電廠-展示館

3.6 ENBW (安能集團)

EnBW (EnergieBaden-WürttembergAG)，簡稱為 EnBW，是一家總部位於德國卡爾斯魯厄(Karlsruhe)的公開交易的電力公司。顧名思義，它總部位於德國巴登-符騰堡州，主要為德國服務，擁有約 2.1 萬名員工。1997 年 1 月 1 日，EnBW 由 Baden-Württemberg, Badenwerk AG 和 Energieversorgung Schwaben AG (EVS) 兩家公用事業公司合併而成。EnBW 大約有 550 萬客戶，目前為德國第三大公用事業公司。

過去主要發展傳統電源，包含核能、火力及水力發電，近來亦配合能源轉型積極開發再生能源，截至 2018 年底，該公司總裝置容量(包含轉投資廠)共約 14GW，其中傳統火力約 7GW，核能約 3GW，再生能源(包含慣常水力)約 4GW，再生能源占比約 28%。

該公司積極開發再生能源，亦鎖定亞太地區再生能源潛力，於 2018 年在台灣設立安能亞太公司。業務範圍包含離岸風電開發、電網規劃與其他綠能開發，將積極參與台灣能源轉型，提供相關協助及經驗，落實綠能家園。

3.7 Bruchsal 地熱發電廠

布魯薩爾是由一間國際飲料製造商於 1979 所鑽鑿的一口水井而開啟了地熱開發的活動。他們發現該井所湧出之井水溫度高於平均水溫。後續經過廣泛的土地調查和較長期的規劃階段，於 1985 年在布魯薩爾的西緣鑽鑿了第一個熱水井(GB I)，而 GB I 的目標是純粹熱量的利用。經過試驗測得該井熱水溫達到 100°C 以上，流量約為 11L/s，並由化學分析水質具有大量礦物質。為了環保理由，當初此井因為高鹽度而被禁止取水排放，因此，隨之規劃鑽鑿第二口井(GB II)作為回注井。而在 1987 年完成 GB II 的鑽鑿，井深達到約 2500 公尺。同年，以 15 L/s 的流量進行首次生產及回注試驗。

隨者 90 年代石油危機爆發及德國再生能源法訂定，再生能源發電逐漸受到重視，故布魯薩爾於 2003 年重新啟動地熱井相關測試，並以水溫 110°C 及

19 L/s 的流量條件下進行生產及回注測試。在井過一系列的測試後，發現 GBII 有更好的生產條件，故改以 GBII 做為生產井，GBI 改作回注井，再經測試後，得到生產流量為 28.5 L/s，井口溫度為 120°C。

布魯薩爾位於上萊茵河谷的東緣，洽有一系列的斷層帶經過該地區，且地下富有含水層。在德國，平均地溫梯度約 3°C/100m。而布魯薩爾地區之地溫梯度為上萊茵河谷區之最，GBI 測得之地溫梯度為 5.3°C/100m、GBII 測得之地溫梯度為 4.8°C/100m。

在鑽井選址前，必須對當地區域的地質構造有一定程度的了解，故進行剝次震測，並繪製多幅震測剖面以作為鑽井選址判釋的參考。當完成 GBI 及 GBII 之後，需進行一系列的先水質分析、井測、生產及回注試驗等以推估地熱儲集層的特性。

因為 GBI 及 GBII 皆沒有蒸氣產量，電廠規劃需考量使用雙循環(Binary)系統，而以熱力學工作原理上來分類，有有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle-ORC)及卡林那循環(Kalina Cycle)。一般情況下，ORC 系統的技術以得到較多技術上的認可，相形之下，卡林納循環至少在理論上，在較低溫度下有更高的效率。考量在此地熱資源屬較低溫的情形，並希望對卡林納循環進行一些測試，Bruchsal 地熱電廠選擇以卡林納循環進行設計(如圖 11)，從 2007 年起開始建造並於 2008 年底完成，電廠裝置容量為 550kW。

此電廠因為地熱水中二氧化碳含量很高，大約占有氣體中 90%，在運轉前期曾遭遇困難，二氧化碳會侵蝕管線，另外地熱水中亦含有較高的鹽度，在管壁上亦容易產生結垢。後來他們在地熱水從生產井出來後，在地表先進行二氧化碳排出，並以控制管內壓力的手段抑制結垢的產生。

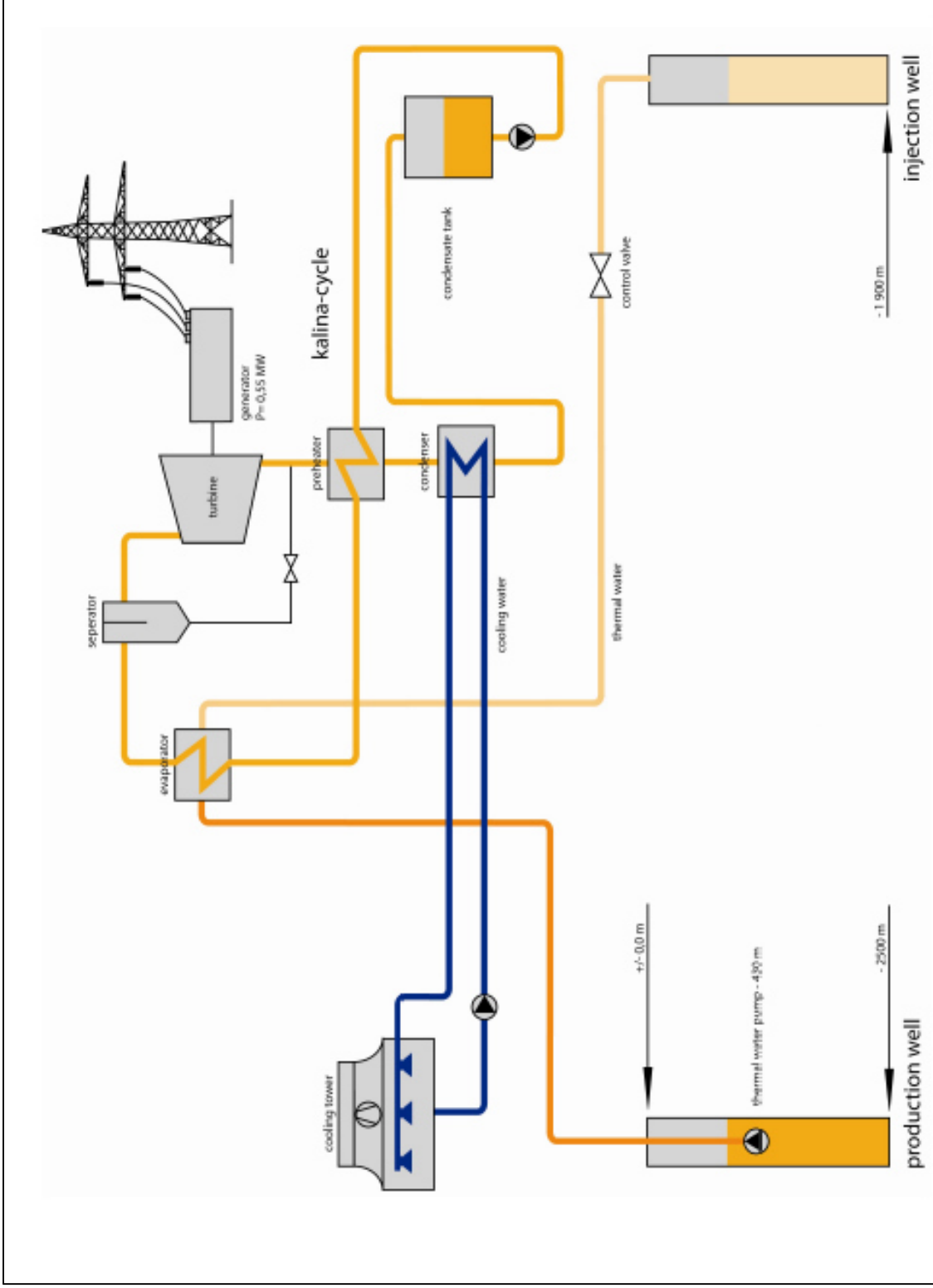


圖 11 Bruchsal 電廠運作概念圖



圖 12 台電參訪人員與 ENBW 創新學院 Kolbel 博士及 Benz 經理於 Bruchsal 電廠合影

四、心得及建議事項

本次前往冰島及德國參訪，對於地熱發電開發相關技術有更深層的認知。以冰島來說，該國位於板塊張裂帶，地熱源較淺，亦有許多火山系統，地熱資源相當豐富，故就資源面來說，相對較容易開發。另就限制面來講，因為冰島全部人口僅 35 萬，且大多集中於首都雷克雅未克，共約有 25 萬人，在地廣人稀的情況下，且地熱資源通常在無人區域，故電力建設較不會受阻。反觀台灣，地狹人稠，地熱資源亦不若冰島豐富，且有地熱資源之所在，亦早有溫泉開發或位於原住民傳統領域，在地熱發電的開發上，將受到較多的限制與阻礙，因此如何協同當地利害關係人共同開發就成為相當重要的課題。

在地熱開發的技術方面，主要因為地熱在地底，在沒有充足的探勘與研究下，很難掌握並控制。在地熱資源開發前期，冰島係透過國家成立之研究機構先對地熱資源進行長期的探勘與研究，以 ISOR 的經驗來看，自從國家於 1944 年投入地熱資源探勘，第一座地熱電廠於 1976 年才運轉，其中經歷了 30 餘年的研究。台灣早期雖然有大規模地熱的普查，後來因為能源危機解除，所以地熱探勘並沒有持續進行，有許多早期國家投入研究所鑽鑿之地熱井及相關資料，早已失去，實為可惜。近五年來，許多廠商紛紛投入地熱發電的行列，似乎都進展的不如預期順利。雖然能源轉型迫在眉睫，仍希望政府能投入更多的資源在地熱探勘，具體的作法如選送人員出國進行較長期的實習與訓練、引進國外地熱專業鑽井團隊、修訂相關法規並建立更友善的地熱開發環境...等。

德國的地熱資源不若冰島豐富，但與台灣相似，正在能源轉型的當下，政府亦積極開發再生能源，地熱穩定的特性使許多公司紛紛投入地熱發電的開發，只是目前亦屬起步階段，可持續關注該國地熱發展，亦可與本國之地熱發展進行比對，在開發的道路上共同努力。

附錄