



宜蘭縣清水地熱區 IC-9、IC-13、IC19地熱井修井後產能 測試成果摘要

主辦機關：經濟部能源局

執行單位：財團法人工業技術研究院

中華民國 104 年 10 月

目錄

頁次

目錄.....	i
圖目錄.....	v
表目錄.....	viii
1. 前言.....	1
2. IC-9.....	3
2.1 原始鑽鑿記錄.....	3
2.2 修井.....	4
2.3 產能試驗.....	4
2.4 地化與不凝結氣體分析.....	5
3. IC-13.....	7
3.1 原始鑽鑿記錄.....	7
3.2 修井.....	8
3.3 產能試驗.....	8
3.4 地化與不凝結氣體分析.....	10
4. IC-19.....	11
4.1 原始鑽鑿記錄.....	11
4.2 修井.....	12
4.3 產能試驗.....	12
4.4 地化與不凝結氣體分析.....	14
5. 參考文獻.....	15

圖目錄

	頁次
圖 1：清水地熱區生產井位置.....	2
圖 2：IC-9井體套管結構圖.....	3
圖 3：IC-9 修井前後相片.....	4
圖 4：IC-9噴流特性(2008).....	5
圖 5：IC-13 井體套管結構圖.....	7
圖 6：IC-13 修井前後相片.....	8
圖 7：IC-13井口噴流特性.....	9
圖 8：IC-19井體套管結構圖.....	11
圖 9：IC-19 修井前後相片.....	12
圖 10：IC-19噴流產能特性.....	13

表目錄

	頁次
表 1：IC-9噴流特性摘要.....	5
表 2：IC-9地熱流體化學分析.....	6
表 3：IC-9不凝結氣體分析結果.....	6
表 4：IC-13噴流特性摘要.....	9
表 5：IC-9地熱流體化學分析.....	10
表 6：IC-13不凝結氣體分析.....	10
表 7：IC-19噴流特性摘要.....	13
表 8：IC-19地熱流體化學分析.....	14
表 9：IC-19不凝結氣體分析.....	14

1. 前言

於1970~1986年期間，清水地熱區歷經工研院工業技術研究院及中國石油公司投入探勘工作，於本區鑽探19口地熱井，其中工研院共計鑽探9口地熱探勘井，每口井深約為450~500m之間；中油公司共計鑽探11口地熱生產井，每口井深約為900~3000m之間，11口地熱生產井中，有3口失敗(IC-12生產不順，IC-15、17無法生產)，其他8口井(IC-4、5、9、13、14、16、18、19)為成功井(位置請參考圖 1)，所產之地熱流體供應當時之3 MW先驅試驗「蘭陽發電廠清熱分廠」(簡稱清水地熱電廠)發電使用，供汽發電時間自1981/7/17起，至1993/11/15月停止試驗發電止，總供汽之時間約12年又4個月。

於1993年終止發電後，8口生產井因電廠終止運轉而全數關閉，2000年6月中油公司將清水地熱礦權歸還經濟部，並完成地熱井報廢手續；2003年中油公司將8口地熱井撥贈給宜蘭縣政府。

經濟部能源局為推廣地熱發電及多目標之利用，選定清水地熱區進行井場再生計畫，於2007~2009年期間委託工研院完成IC-9、13及19之修井作業，本報告針進IC-9、13、19等三口地熱井於完成修井與鑽進後所進行相關產能測試數據，進行分析與整理，俾供後續研究及發電業者投資之參考。

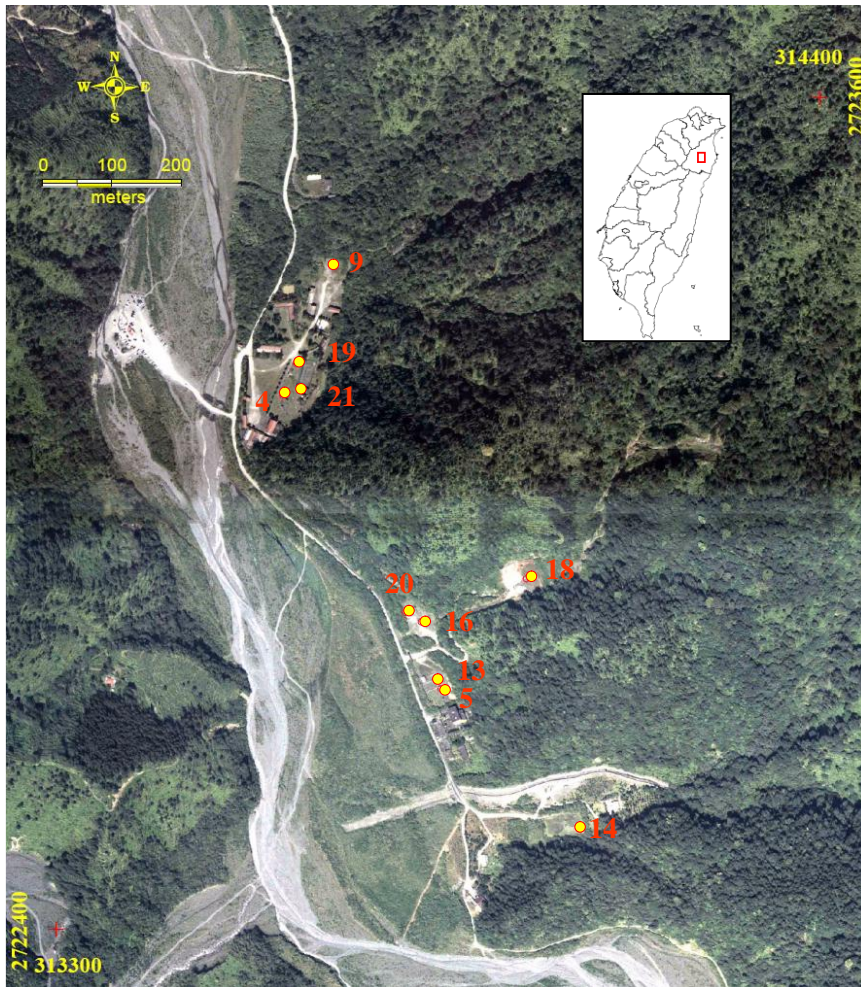
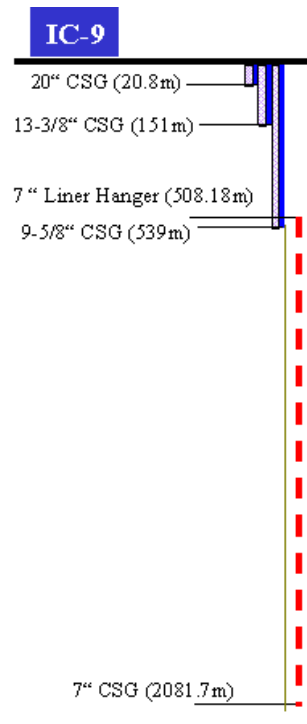


圖 1：清水地熱區生產井位置

2. IC-9

2.1 原始鑽鑿記錄

IC-9原孔於1977/1/21由中油公司完成鑽進，深度2079m，原始產能最高流量為68.4 噸/小時，井體套管結構請參考圖2。



(資料來源：中油公司清水地熱探井鑽井報告)

圖 2：IC-9井體套管結構圖

2.2 修井

IC-9於2008年3月以機械清井方式完成修井作業，深度達原孔最大深度2086m，修井前產能約3-5tph，修井項目包括：

- (1) 井窖重新施作。
- (2) 孔內機械式清井作業。於第一層套管(套管孔徑9-5/8吋)深度以8-1/2”鑽頭進行機械式清孔，於第二層槽孔套管(套管孔徑7吋)以5-7/8吋鑽頭進行機械式清孔。
- (3) 井頭閘門組拆卸與更換，包括上、下主閘、生產閘、測試閘、頂閘等，於機械式清井後更新。



(a) IC-9 修井前



(b) IC-9 修井後

圖 3： IC-9 修井前後相片

2.3 產能試驗

產能試驗自2008/4/25開始，於5/7結束，使用之噴管為1-1/2”、2”、2-1/2”及3”等4種孔徑，獲得噴流狀態不同井壓之流壓、流溫、蒸汽流量、熱水流量與單位重量之流體熱焓噴流之結果（表 1、圖 4）。

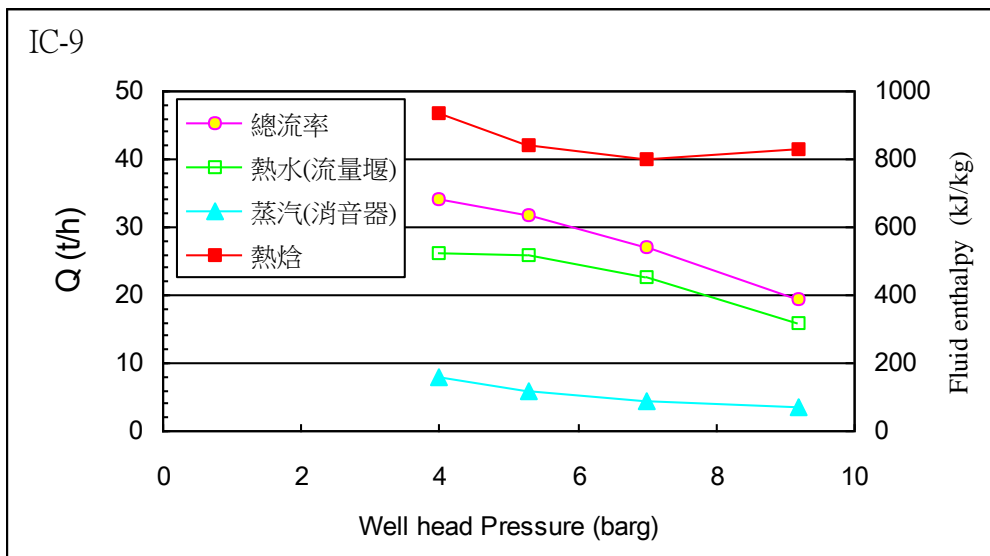


圖 4：IC-9噴流特性(2008)

表 1：IC-9噴流特性摘要

試汽日期	噴管 inch	噴流 時間 hrs	井口 壓力 barg	井口 溫度 °C	熱水 [#] ton/hr	蒸汽 [*] ton/hr	總流率 ton/hr	熱焓 kJ/kg
2008/4/27-4/28	2-1/2	25.0	5.3	151.2	25.9	6.0	31.9	844.1
2008/4/28-4/29	2	24.0	7.0	160.4	22.7	4.5	27.2	798.9
2008/4/29-4/30	1-1/2	24.5	9.2	168.7	16.0	3.5	19.5	831.0
2008/4/30-5/7	3	160.5	4.0	146.1	26.2	8.0	34.2	937.5

#: 流量堰 *: 消音器

2.4 地化與不凝結氣體分析

化學採樣分析結果(表 2)顯示地熱流體水質為弱鹼性之碳酸氫鈉泉，pH約8.3~8.7，碳酸氫離子(HCO₃⁻)含量約為2300~2400ppm，鈉離子(Na⁺)含量為1090~1140 ppm。不凝結氣體之分析結果顯示噴流情況下蒸氣中之不凝結氣體之體積百分比約13~30%，不凝結氣體中以CO₂為主要組成，體積百分比約95~97%。(表 3)

表 2：IC-9地熱流體化學分析

(ppm)

sampling date	pipe (inch)	pH	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	SiO ₂	B	S	TDS
04/28/2008	2.5	8.4	nd	1090	44.6	1.28	0.24	nd	2330	138	10.4	22.3	251	nd	nd	2960
04/29/2008	2.0	8.5	nd	1090	44.5	1.16	0.28	nd	2340	152	10.4	18.8	191	nd	nd	2960
04/30/2008	1.5	8.3	nd	1120	44.5	1.28	0.4	nd	2380	143	10.3	19.8	144	nd	nd	3000
05/01/2008	3.0	8.7	nd	1140	47.1	1.17	0.15	nd	2350	129	11.5	27.8	216	nd	nd	3040
05/05/2008	3.0	8.6	nd	1120	47.8	1.05	0.15	nd	2360	149	11.3	20.1	137	nd	nd	3120

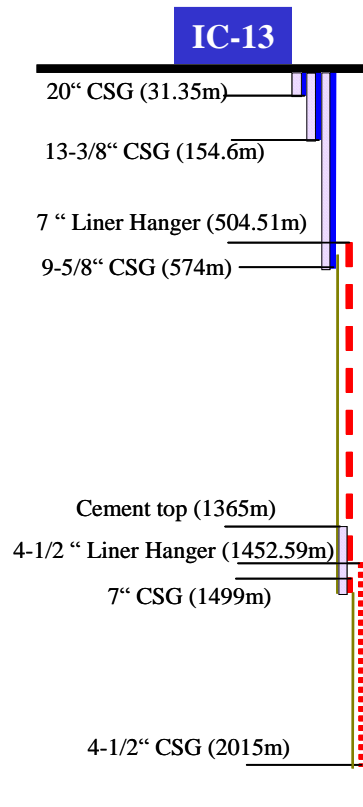
表 3：IC-9不凝結氣體分析結果

取樣日期	噴管口徑	井頭		蒸汽與氣體比(V%)	NCG(V%)	
		P(barg)	T(°C)	H ₂ O:gas	CO ₂	residue
2008/4/28	2.5"	5.3	151.2	73.22 : 26.78	95.96	4.04
2008/4/29	2.0"	7.0	160.4	78.83 : 21.17	96.24	3.76
2008/4/30	1.5"	9.2	168.7	70.34 : 29.66	95.39	4.61
2008/5/1	3.0"	4.5	148.4	86.97 : 13.03	96.21	3.79
2008/5/5	3.0"	4.0	145.8	86.63 : 13.37	97.01	2.99

3. IC-13

3.1 原始鑽鑿記錄

IC-13於1978/1/3由中油公司公司完成鑽進，深度2020m，原始產能最高流量為76.8 噸/小時，井體套管結構請參考圖5。



(資料來源：中油公司清水地熱探井鑽井報告)

圖 5：IC-13 井體套管結構圖

3.2 修井

IC-13於2009年5月完成修井作業，但修復深度受孔內套管因素只達1275m；修井前產能約3-5tph，修井項目包括：

- (1) 井窖重新施作。
- (2) 孔內機械式清井作業。於第一層套管(套管孔徑9-5/8吋)深度以8-1/2”鑽頭進行機械式清孔，於第二層槽孔套管(套管孔徑7吋)以5-7/8吋鑽頭進行機械式清孔。
- (3) 井頭閘門組拆卸與更換，包括上、下主閘、生產閘、測試閘、頂閘等，於機械式清井後更新。



(c) IC-13 修井前



(d) IC-13 修井後

圖 6： IC-13 修井前後相片

3.3 產能試驗

於2009年7/8開始進行分別以1.5、2、2.5英吋噴管連續噴流，由四種不同管徑(1.5、2、2.5及3英吋)之噴管控制井口壓力，獲得噴流狀態不同井壓之流壓、流溫、蒸汽流量、熱水流量與單位重量之流體熱焓(表 4及圖 7)。

表 4：IC-13噴流特性摘要

試汽日期	噴管 inch	噴流 時間 hrs	井口 壓力 barg	井口 溫度 °C	熱水 [#] ton/hr	蒸汽 [*] ton/hr	總流率 ton/hr	熱焓 kJ/kg
2009/7/8-7/9	1.5	24.0	14.2	185.0	26.0	5.2	31.2	806.7
2009/7/9-7/10	2.0	24.0	9.3	173.8	26.0	8.7	34.7	974.6
2009/7/10-7/11	2.5	24.0	7.3	164.3	27.4	12.3	39.7	1104.2
2009/7/11-7/14	3	66.0	5.4	153.5	30.7	8.4	39.1	898.9

#: 流量堰 *: 消音器

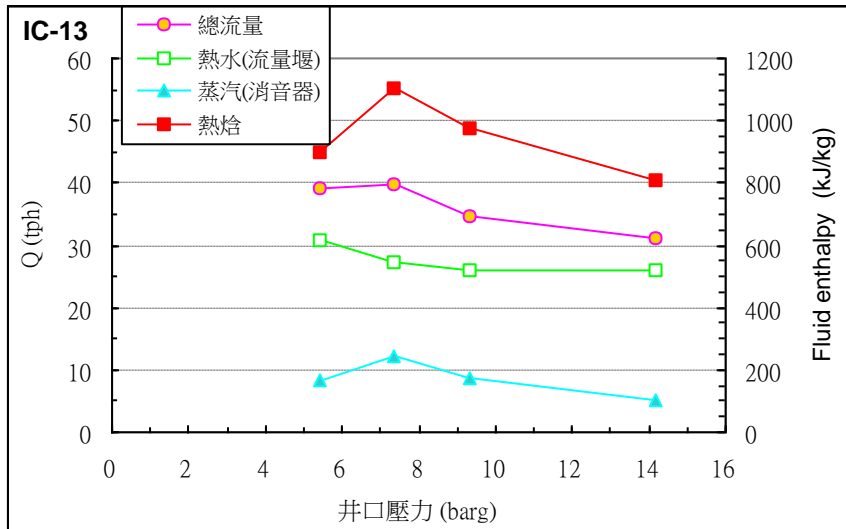


圖 7：IC-13井口噴流特性

3.4 地化與不凝結氣體分析

化學採樣分析結果(表 5)顯示地熱流體水質為弱鹼性之碳酸氫鈉泉，pH約8.3~8.7，碳酸氫離子(HCO₃⁻)含量約為2300~2400ppm，鈉離子(Na⁺)含量為1090~1140 ppm。不凝結氣體之分析結果顯示噴流情況下蒸氣中之不凝結氣體之體積百分比約13~30%，不凝結氣體中以CO₂為主要組成，體積百分比約95~97%。(表 6)

表 5：IC-9地熱流體化學分析

(ppm)

sampling date	pipe (inch)	pH	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	SiO ₂	B	S	TDS
07/09/2009	1.5	8.7	9.5	1040	49.8	1.02	<0.2	0.52	13670	nd	16.1	13.0	177	35.2	<0.04	3000
07/09/2009	1.5	8.6	8.5	975	50.8	0.99	<0.2	0.4	13450	nd	16.0	12.7	172	34.1	<0.04	2970
07/10/2009	2	8.6	10.0	988	51.2	0.82	<0.2	0.47	12770	nd	15.9	12.6	200	33.7	0.17	2950
07/10/2009	2	8.7	9.5	958	51.6	0.74	<0.2	<0.1	12960	nd	15.6	12.0	178	34.1	0.18	3020
07/11/2009	2.5	8.7	8.8	1030	50.4	0.69	<0.2	0.31	12550	nd	15.8	13.3	194	34.1	0.12	2970
07/11/2009	2.5	8.6	9.4	1030	51.6	0.62	<0.2	<0.1	12570	nd	15.5	12.2	182	33	0.08	3040
07/12/2009	3	8.8	9.4	1010	51.6	0.71	<0.2	<0.1	12400	nd	15.8	11.5	187	32.6	0.34	3030
07/13/2009	3	8.8	9.7	1050	51.2	0.68	<0.2	<0.1	13810	nd	15.9	13.4	203	33.4	0.38	3050

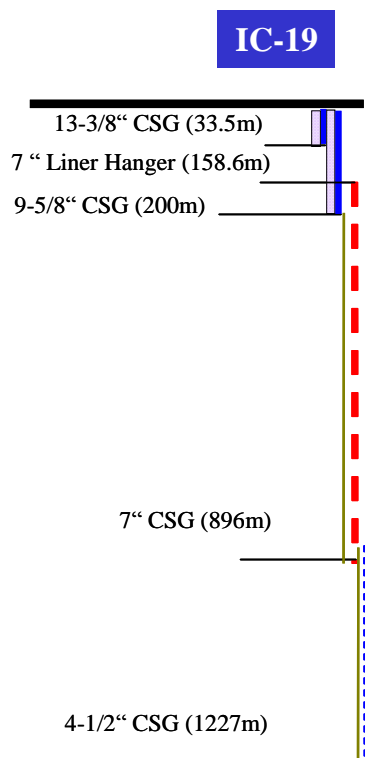
表 6：IC-13不凝結氣體分析

取樣日期	噴管口徑	井頭		蒸汽與氣體比(V%)	NCG(V%)	
		P(barg)	T(°C)	H ₂ O:gas	CO ₂	residue
2009/7/9	1.5"	14.2	185	81.20 : 18.80	95.61	4.39
2009/7/10	2.0"	9.3	174	92.68 : 7.32	96.36	3.64
2009/7/11	2.5"	7.3	164	95.68 : 4.32	96.24	3.76
2009/7/12	3.0"	5.4	154	97.91 : 2.09	96.05	3.95
2009/7/13	3.0"	7.7	154	97.97 : 2.03	94.24	5.76

4. IC-19

4.1 原始鑽鑿記錄

IC-19於1986/4/14由中油公司完成鑽進完成，深度901.5m，原始產能最高流量為48噸/小時，IC-19之井體套管結構請參考圖 8。



2007工研院完成修井並加深至1227.46m

資料來源：(1)中油公司清水地熱探井鑽井報告。(0~896m)

(2) 工研院，2007(經濟部能源局計畫)。

圖 8：IC-19井體套管結構圖

4.2 修井

IC-19於2007年2月完成首次修井並加深至1227.46m，2009年5月再度以5-7/8英寸鑽頭清洗至891m。2007年2月修井前產能約5~10 tph，2007年2月修井項目包括：

- (1) 井窖重新施作。
- (2) 孔內機械式清井作業。於第一層套管(套管孔徑9-5/8吋)深度以8-1/2”鑽頭進行機械式清孔，於第二層槽孔套管(套管孔徑7吋)以5-7/8吋鑽頭進行機械式清孔。
- (3) 井頭閘門組拆卸與更換，包括上、下主閘、生產閘、測試閘、頂閘等，於機械式清井後更新。



(e) IC-19 修井前



(f) IC-19 井後

圖 9： IC-19 修井前後相片

4.3 產能試驗

2009年5月使用噴管之口徑為1.5、2、2.5英寸，獲得噴流狀態不同井壓之流壓、流溫、蒸汽流量、熱水流量與單位重量之流體熱焓噴流之結果(表 7、圖 10)。

表 7：IC-19噴流特性摘要

試汽日期	噴管 inch	噴流 時間 hrs	井口 壓力 barg	井口 溫度 °C	熱水 [#] ton/hr	蒸汽 [*] ton/hr	總流率 ton/hr	熱焓 kJ/kg
2009/5/24~5/25	1.5	19.2	8.2	166	19.9	4.1	24.0	810
2009/5/25~5/26	2.0	22.5	6.3	158	26.1	5.4	31.5	813
2009/5/26~5/27	2.5	25.2	5.0	150	28.7	6.2	34.9	832

#: 流量堰 *: 消音器

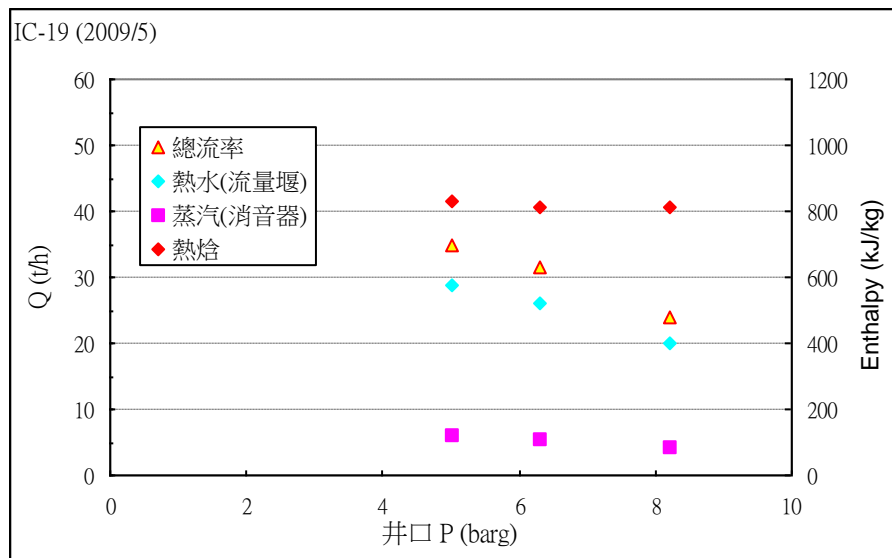


圖 10：IC-19噴流產能特性

4.4 地化與不凝結氣體分析

化學採樣分析結果(表 8)顯示地熱流體水質為弱鹼性之碳酸氫鈉泉，pH約8.3~8.7，碳酸氫離子(HCO₃⁻)含量約為2300~2400ppm，鈉離子(Na⁺)含量為1090~1140 ppm。不凝結氣體之分析結果顯示噴流情況下蒸氣中之不凝結氣體之體積百分比約13~30%，不凝結氣體中以CO₂為主要組成，體積百分比約96~97%。(表 9)

表 8：IC-19地熱流體化學分析

(ppm)

取樣日期	井頭 壓力 (kg/cm ²)	pH	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	SiO ₂	B	S	TDS
2009/5/24	8.3	8.5	7.1	1010	29.9	1.11	<0.2	<0.1	2060	<0.1	14.0	15.6	216	36.8	<0.04	2710
2009/5/25	6.2	8.5	8.1	1190	33.4	0.82	<0.2	<0.1	2050	<0.1	14.1	15.3	172	42.6	0.06	2930
2009/5/26	4.8	8.5	8.1	991	33.3	0.67	<0.2	0.17	2100	34.2	14.5	15.3	174	40.9	nd	2720

表 9：IC-19不凝結氣體分析

取樣日期	井頭壓力 (kg/cm ²)	井頭		蒸汽與氣體比(V%)	NCG(V%)	
		P(kg/cm ²)	T(°C)	H ₂ O:gas	CO ₂	residue
2009/5/24	8.3	8.2	164	84.99 : 15.01	96.17	3.83
2009/5/24	6.2	6.3	158	89.23 : 10.77	97.31	2.69
2009/5/26	4.8	5.0	150	94.09 : 5.91	96.56	3.44

5. 參考文獻

- 工業技術研究院，2007，地熱發電技術開發推動計畫(1/1)，經濟部能源科技研究發展計畫九十五年度執行報告。
- 工業技術研究院，2008，地熱發電技術開發推動計畫(1/3)，經濟部能源科技研究發展計畫九十六年度執行報告。
- 工業技術研究院，2009，地熱發電技術開發推動計畫(2/3)，經濟部能源科技研究發展計畫九十七年度執行報告。
- 中國石油公司，1978，宜蘭縣清水地熱區中油清水13號地熱探井地下地質報告，臺灣油礦探勘總處。
- 中國石油公司，1981，宜蘭縣清水地熱區中油清水9號地熱修井地下地質報告，臺灣油礦探勘總處。
- 中國石油公司，1987，宜蘭縣清水地熱區中油清水19號地熱井地下地質報告，臺灣油礦探勘總處。