

附表 1 雄安地热区样品采集情况及现场测试指标

Appendix table 1 Sampling information and in-situ parameters of water samples from Xiongan geothermal

水样编号	采样点位置	井深(m)	取水地层	pH	area			
					T	EC	TDS	Eh
					(°C)	($\mu\text{s}/\text{cm}$)	(mg/L)	(mV)
X01	雄县人才家园小区	1500	雾迷山组	7.52	68.0	4977	2439	-47.8
X02	雄县鑫槐荣小区	-	雾迷山组	7.12	75.0	5202	2550	-25.2
X03	雄县丹威花园小区	2000	雾迷山组	7.47	73.0	4939	2421	-44.7
X04	雄县里良家园小区	-	雾迷山组	8.27	74.0	4804	2354	-87.9
X05	雄县文泉花园小区	-	雾迷山组	7.73	71.0	4895	2399	-58.8
X06	雄县商贸中心小区	-	雾迷山组	8.14	66.0	5052	2476	-81.9
X07	雄县盛唐小区	-	雾迷山组	7.93	60.0	4748	2327	-68.7
X08	雄县冰河新区小区	1800	雾迷山组	7.66	70.0	4800	2353	-54.2
X09	雄县黄湾小区	-	雾迷山组	7.35	48.0	4722	2315	-37.2
X10	雄县王黑营地热站	-	雾迷山组	7.63	68.0	4960	2431	-52.9
A01	安新县大王镇北六村	2300	雾迷山组	6.97	72.0	4509	2259	-16.3
A02	安新县锦泰酒店	1600	雾迷山组	7.78	54.0	5074	2487	-59.6
R01	容城县东牛村	2012	雾迷山组	6.83	55.4	5457	2674	-7.2
R02	容城县城南换热站	1500	雾迷山组	6.80	52.2	4920	2411	-5.6
R03	容城县领秀城小区	-	雾迷山组	7.52	50.2	4608	2258	-46.9
R04	容城县西关段庄南村	2604	雾迷山组	8.49	47.0	4646	2277	-92.2
R05	容城县南文村	2002	雾迷山组	6.81	53.0	4442	2177	-6.6
R06	容城县李小王村	1595	雾迷山组	6.88	65.0	4761	2334	-10.8
R08	容城县管村	2100	雾迷山组	7.11	62.0	4526	2218	-24.0
R11	容城县丽有工业区	2500	雾迷山组	7.63	70.0	4831	2367	-50.9
R12	容城县浩润地产地热站	1138	雾迷山组	7.48	53.4	4825	2365	-44.7
A03	安新县凯盛国宾酒店	1400	馆陶组	8.23	45.0	3014	1477	-84.6
A04	安新县渔人岛酒店	1600	馆陶组	8.67	34.0	1718	842	-106.7
A06	安新县温泉花园小区	1600	馆陶组	8.74	47.0	1543	756	-112.2
A07	安新县海天宾馆	1300	馆陶组	8.71	42.3	2336	1145	-107.4
A08	安新县增庄新区	1396	馆陶组	8.72	39.2	2290	1123	-111.5
A09	安新县茂达鞋业公司	1203	馆陶组	8.67	42.0	1420	657	-108.0
A10	安新县茉莉庄园	1500	馆陶组	8.60	42.0	1751	859	-104.4

A11	安新县京新风景园区	1900	馆陶组	8.73	42.4	1458	715	-112.8
R09	容城县郭村	1000	馆陶组	7.95	34.0	2981	1461	-68.0
X11	雄县大营镇	-	第四系	7.64	13.8	773	379	-50.5
A05	安新县渔人岛酒店	180	第四系	7.98	17.0	782	384	-7.6
A12	安新县月光酒店	-	第四系	8.36	19.8	530	260	-7.1
R07	容城县李小王村	200	第四系	8.72	18.3	352	173	-106.7
R10	容城县郭村	170	第四系	8.62	18.0	358	176	-99.0
S01	渤海	-	现今海水	7.89	—	—	—	—

附表2 雄安地热区样品水化学及同位素组成

Appendix table 2 Hydrochemical and isotopic compositions of water samples from Xiongan geothermal area

水样 编号	总硫化物	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	Br ⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	As	B	SiO ₂	δD(‰)	δ ¹⁸ O(‰)	电荷平衡(%)
X01	0.31	605.1	2.6	3.1	1221.7	7.2	2.23	782.7	118.1	23.2	60.0	3.99	8.49	51.3	-73.2	-8.3	-3.2
X02	0.15	585.0	1.0	2.4	1221.7	7.2	2.50	765.4	116.0	20.5	57.9	2.94	8.34	53.2	-72.8	-8.6	-3.8
X03	0.15	577.7	2.3	2.2	1205.3	7.6	2.74	757.6	114.7	23.3	54.8	1.11	8.27	54.2	-73.4	-8.9	-3.8
X04	0.32	507.3	12.7	3.1	1331.7	8.2	2.94	773.2	116.4	24.1	56.0	3.21	8.32	52.5	-73.0	-8.8	-7.8
X05	0.31	597.3	4.3	2.8	1173.4	7.9	2.89	755.4	116.3	24.8	59.2	2.89	8.39	49.2	-73.3	-9.1	-3.4
X06	0.33	545.1	9.7	3.0	1152.5	7.9	2.88	744.2	114.8	22.8	58.8	3.63	8.22	50.3	-73.0	-9.0	-3.4
X07	0.20	609.5	6.5	4.7	1126.3	8.0	3.40	756.7	115.9	27.9	70.0	11.66	8.15	45.2	-73.4	-9.1	-1.3
X08	0.18	640.1	3.9	2.9	1136.5	8.1	3.35	751.6	111.9	24.5	56.2	2.28	7.97	48.2	-73.2	-8.9	-3.4
X09	0.21	624.5	1.6	4.4	1042.6	8.4	4.28	739.2	112.6	23.3	56.2	1.61	8.01	52.4	-74.5	-8.8	-0.2
X10	0.26	603.0	3.4	2.9	1098.9	8.6	3.87	752.7	116.4	26.0	61.1	2.30	8.30	44.8	-73.7	-8.7	-0.7
A01	<0.01	621.7	0.5	3.0	1098.2	8.4	4.19	760.7	114.5	24.3	59.8	5.34	8.53	58.3	-73.6	-8.7	-0.3
A02	0.21	608.9	4.4	2.3	1011.2	8.2	3.65	734.1	97.8	28.3	61.9	0.03	7.85	41.5	-74.2	-8.7	0.5
R01	1.20	699.9	0.6	3.2	1037.7	8.9	3.46	750.7	116.1	32.9	73.5	4.80	8.20	37.9	-73.4	-8.9	1.2
R02	0.18	692.0	0.5	2.7	1000.8	9.0	4.15	752.0	112.4	34.3	75.5	<0.01	8.50	37.7	-73.7	-8.9	2.9
R03	0.26	672.9	2.5	2.2	903.8	9.2	3.45	720.2	97.9	31.6	71.0	0.12	7.85	41.4	-73.1	-8.9	3.4
R04	0.17	309.6	10.8	3.1	1021.0	5.2	4.08	783.9	96.2	17.9	78.2	1.52	2.82	27.4	-70.4	-8.7	0.3

R05	0.18	683.0	0.5	4.2	930.1	8.7	4.12	676.4	100.5	33.0	76.5	0.36	7.51	35.7	-72.3	-8.6	1.1
R06	0.16	632.9	0.6	3.3	1057.3	9.3	3.35	743.5	111.9	23.8	64.6	1.76	8.10	47.4	-72.9	-8.4	-0.1
R08	0.05	647.2	1.1	24.9	1026.1	9.1	4.25	732.0	104.6	26.9	67.8	<0.01	7.12	39.0	-73.9	-9.0	-0.6
R11	0.12	646.7	3.6	11.6	1048.1	10.4	4.12	761.6	117.4	27.9	61.1	2.37	8.53	50.5	-73.8	-8.1	0.1
R12	0.17	661.0	2.4	2.4	1089.3	9.8	7.39	749.9	111.5	29.8	68.2	1.42	8.49	43.1	-73.6	-8.3	-1.0
A03	0.02	699.9	6.1	5.3	807.7	1.6	1.51	560.6	8.3	4.0	15.2	0.95	0.54	23.8	-74.0	-9.6	-6.7
A04	<0.01	431.9	16.0	22.3	284.3	1.9	0.96	368.8	5.1	1.8	5.5	1.59	0.36	24.3	-74.7	-9.8	0.2
A06	0.02	426.0	15.4	40.9	191.7	2.3	0.83	331.2	4.6	2.0	5.2	0.83	0.32	22.2	-74.3	-9.9	2.9
A07	<0.01	362.4	17.1	4.5	438.9	1.9	1.31	456.2	6.1	2.0	8.3	<0.01	0.40	24.6	-73.9	-9.7	2.6
A08	0.05	352.2	16.3	39.9	427.0	1.8	0.00	441.1	3.9	3.5	14.2	1.85	0.34	22.2	-75.0	-10.0	1.3
A09	<0.01	360.1	14.4	47.3	151.8	2.2	0.80	294.2	3.7	1.6	4.0	1.73	0.24	21.5	-75.4	-10.2	4.3
A10	0.01	400.2	14.2	32.1	284.5	2.4	1.03	361.5	4.9	2.7	6.9	1.73	0.33	22.8	-74.5	-10.0	0.5
A11	<0.01	405.2	19.0	63.5	160.9	2.5	0.88	309.5	3.1	1.4	3.9	1.01	0.38	22.7	-74.6	-10.2	0.6
R09	<0.01	427.1	3.3	156.7	545.4	2.4	1.76	567.3	11.0	5.3	21.3	<0.01	1.10	22.0	-74.6	-9.7	0.8
X11	<0.01	433.0	0.9	10.7	42.9	0.5	<0.01	28.4	1.3	55.0	74.6	6.80	0.02	30.5	-61.9	-8.1	-4.2
A05	<0.01	238.8	1.2	97.9	101.4	0.4	0.73	96.3	1.5	20.4	56.5	0.10	0.03	20.3	-80.0	-10.6	-2.9
A12	<0.01	187.4	2.3	61.6	38.6	0.5	0.57	103.3	2.0	5.8	10.1	0.02	0.01	13.5	-84.0	-11.5	-6.2
R07	<0.01	168.1	4.4	31.0	14.0	0.5	0.50	64.6	7.9	6.6	13.9	1.54	0.03	16.0	-82.3	-11.4	-1.6
R10	<0.01	192.0	4.0	30.7	4.8	0.5	<0.01	58.5	1.6	8.0	22.0	4.74	0.02	18.9	-81.0	-11.0	0.1
S01	<0.01	159.2	—	2021.7	15526.1	0.1	28.37	6932.9	225.3	1005.0	393.7	—	—	—	—	—	12.7

附表3 雄安地热水热储温度计算结果(单位: °C)

Appendix table 3 Calculated reservoir temperatures of Xiongan geothermal water samples

水样 编号	井口 温度	钠钾温标	钾镁温标	钠钾钙温标	钙镁温标	石英温标	玉髓温标
		(Giggenbach, 1988)	(Giggenbach <i>et al.</i> , 1983)	(Fournier and Truesdell, 1973)	(Chiodini <i>et al.</i> , 1995)	(Fournier, 1977)	(Amorsson <i>et al.</i> , 1983)
X01	68.0	267.5	121.6	216.3	71.8	103.0	74.4
X02	75.0	267.8	123.0	216.1	76.6	104.7	76.1
X03	73.0	267.8	120.7	217.6	67.1	105.6	77.0
X04	74.0	267.2	120.6	218.0	66.3	104.1	75.5
X05	71.0	269.3	120.2	215.1	67.9	101.0	72.4
X06	66.0	269.5	121.0	214.3	71.8	102.1	73.4
X07	60.0	268.8	118.3	208.0	70.4	97.1	68.5
X08	70.0	266.2	119.2	214.7	65.9	100.1	71.4
X09	48.0	268.3	120.1	214.8	68.5	104.0	75.4
X10	68.0	269.7	119.4	213.8	67.1	96.8	68.1
A01	72.0	267.2	120.0	213.9	69.5	109.2	80.5
A02	54.0	256.3	113.0	202.1	63.6	93.3	64.6
R01	55.4	269.7	115.8	206.0	64.4	89.3	60.7
R02	52.2	266.5	114.2	203.0	63.7	89.0	60.4
R03	50.2	258.1	111.4	196.4	65.0	93.2	64.5
R04	47.0	249.2	119.3	193.3	102.5	75.7	47.1
R05	53.0	266.0	111.5	193.8	66.6	86.8	58.1
R06	65.0	267.2	119.6	208.8	74.6	99.4	70.7
R08	62.0	262.5	115.7	202.4	70.8	90.6	61.9
R11	70.0	269.4	118.6	214.5	63.6	102.3	73.6
R12	53.4	266.1	116.1	206.5	65.7	95.1	66.4
A03	45.0	115.2	73.8	121.9	95.5	70.2	41.6
A04	34.0	111.6	71.3	123.4	84.6	70.9	42.3
A06	47.0	111.8	67.9	119.7	76.2	67.4	38.9
A07	42.3	110.6	74.5	123.1	101.2	71.3	42.8
A08	39.2	92.5	58.4	92.1	101.3	67.5	39.0
A09	42.0	107.5	65.9	116.4	76.1	66.2	37.7
A10	42.0	111.3	66.4	116.0	76.0	68.4	39.9

A11	42.4	97.2	63.0	110.8	79.8	68.3	39.7
R09	34.0	128.1	77.1	124.3	99.3	67.1	38.6

附表 4 雄安地热水相对各种矿物的饱和指数

Appendix table 4 Saturation indices of Xiongan geothermal water samples with respect to several minerals

水样编号	方解石	文石	白云石	石膏	硬石膏	天青石	石英	玉髓	萤石	钠长石
X01	0.92	0.81	1.94	-3.50	-3.41	-3.09	0.03	-0.29	-0.05	-2.05
X02	0.59	0.47	1.18	-3.59	-3.42	-3.17	-0.03	-0.33	-0.08	-2.64
X03	0.87	0.76	1.85	-3.67	-3.52	-3.24	-0.01	-0.31	-0.07	-2.70
X04	1.55	1.44	3.26	-3.59	-3.43	-3.09	-0.07	-0.37	-0.08	-2.95
X05	1.14	1.03	2.41	-3.56	-3.43	-3.14	-0.03	-0.34	0.00	-2.90
X06	1.43	1.31	2.99	-3.55	-3.48	-3.11	0.02	-0.30	0.00	-2.52
X07	1.29	1.17	2.73	-3.28	-3.26	-2.94	0.05	-0.28	0.14	-2.10
X08	1.07	0.96	2.29	-3.56	-3.44	-3.15	-0.03	-0.33	0.01	-2.78
X09	0.53	0.40	1.19	-3.37	-3.45	-2.96	0.28	-0.08	0.24	-1.72
X10	1.04	0.92	2.22	-3.53	-3.43	-3.13	-0.04	-0.35	0.11	-2.80
A01	-0.12	-0.26	-0.27	-3.49	-3.71	-3.12	0.64	0.21	0.51	-1.00
A02	1.05	0.92	2.29	-3.63	-3.66	-3.26	0.09	-0.25	0.19	-2.15
R01	0.25	0.13	0.69	-3.42	-3.44	-3.13	0.05	-0.29	0.32	-2.12
R02	0.20	0.07	0.58	-3.48	-3.53	-3.19	0.09	-0.27	0.36	-2.19
R03	0.85	0.73	1.89	-3.57	-3.64	-3.28	0.15	-0.21	0.38	-2.10
R04	1.42	1.29	2.70	-1.46	-1.55	-1.17	-0.03	-0.40	-0.09	-2.29
R05	0.22	0.10	0.61	-3.27	-3.31	-3.02	0.05	-0.30	0.35	-2.21
R06	0.32	0.20	0.72	-3.43	-3.36	-3.08	0.03	-0.29	0.25	-2.55
R08	0.54	0.42	1.20	-2.53	-2.49	-2.28	-0.02	-0.35	0.26	-2.53
R11	1.08	0.97	2.32	-2.92	-2.80	-2.54	-0.01	-0.31	0.25	-2.53
R12	0.82	0.69	1.81	-3.57	-3.61	-3.22	0.13	-0.22	0.38	-1.76
A03	0.61	0.48	1.16	-3.72	-3.83	-3.17	-0.05	-0.42	-1.63	-2.74
A04	0.56	0.42	1.10	-3.48	-3.66	-2.88	0.09	-0.32	-1.79	-1.88
A06	0.49	0.35	0.94	-3.22	-3.44	-2.61	0.18	-0.25	-1.55	-1.49
A07	0.78	0.64	1.48	-4.04	-4.17	-3.50	-0.04	-0.42	-1.76	-2.63
A08	0.97	0.83	1.83	-2.87	-3.02	-2.31	-0.04	-0.42	-1.52	-2.25
A09	0.44	0.31	1.01	-3.27	-3.39	-2.74	-0.09	-0.46	-1.87	-3.27
A10	0.65	0.51	1.40	-3.23	-3.36	-2.53	-0.05	-0.43	-1.61	-2.34
A11	0.51	0.38	1.11	-3.20	-3.32	-2.43	-0.08	-0.45	-1.82	-2.96

参考文献:

- Arnorsson, S., Gunnlaugsson, E., Svavarsson, H., 1983. The Chemistry of Geothermal Waters in Iceland. III. Chemical Geothermometry in Geothermal Investigations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 47(3): 567–577. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(83\)90278-8](https://doi.org/10.1016/0016-7037(83)90278-8)
- Fournier, R. O., 1977. Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal Systems. *Geothermics*, 5(1-4): 41–50. [https://doi.org/10.1016/0375-6505\(77\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0375-6505(77)90007-4)
- Fournier, R. O., Truesdell, A. H., 1973. An Empirical Na-K-Ca Geothermometer for Natural Waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 37(5): 1255–1275. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(73\)90060-4](https://doi.org/10.1016/0016-7037(73)90060-4)
- Giggenbach, W. F., 1988. Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca Geoindicators. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52(12): 2749–2765. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(88\)90143-3](https://doi.org/10.1016/0016-7037(88)90143-3)
- Giggenbach, W. F., Gonfiantini, R., Jangi, B. L., et al., 1983. Isotopic and Chemical Composition of Parbati Valley Geothermal Discharges, North-West Himalaya, India. *Geothermics*, 12(2-3): 199–222. [https://doi.org/10.1016/0375-6505\(83\)90030-5](https://doi.org/10.1016/0375-6505(83)90030-5)