

图 2-3-1-2 钻探用井口装置

至深度 527.5m 钻探结束后,提起 17-1/2" 钻探组合工具时,178 mmDC 和 5" 钻杆连结处的栓破损。此时井内落物有 17-1/2" 钻头 × 17-1/2" 扶正器 × 8" NDC × 203mmDC②×178 mmDC②,落物头部深度在 481.70m。用打捞公锥实施了 3 次打捞操作,收回了全部落物。

### (2) 12-1/4" 井的落物事故

12-1/4" 井中,除发生以下记载的落物,卡钻事故外,还发生了金属片掉落井内,测量倾斜方位用的绞车的钢丝拉断,在测量倾斜方位时发生了的压差卡钻,但这些问题在短时间内均以解决,在此不予详述。

#### ① 12-1/4" 扶正器组合工具卡住

钻至深度 1,044m 后,查明在深度 270m 左右的 13-3/8" 套管有破损(断裂引起的错开)。作为解决方案,用 12-1/4" 扶正器组合工具将 13-3/8" 套管取出后,为了固定套管实行了灌注水泥,但 12-1/4" 扶正器组合工具在 13-3/8" 套管破损处(深度 270m)被挂住,未能提起。实行强制提起,回收了 220m 长的 5" 钻杆,但仍有落物,12-1/4" 扶正器 × 178 mmDC × 5" 钻杆 5 根。用打捞公锥(左螺丝)收回 4 根 5" 钻杆后,再用打捞公锥把落物压到深度 270m 以下,并用平面铣刀和锥形铣刀对 13-3/8" 套管破损部进行了矫正铣削。接着,使用安装有 11.13m 长导向仪的 9-5/8" 套管作为回收工具进行提起操作,收回了全部落物。

#### ② 差压卡钻

深度 1,532.6m 处停止了 12-1/4" 井钻探。至深度 1,533.3m 处进行取芯钻探之后,利用 8-1/2" 钻头对解决堵塞问题的加掘进行钻探,为此放下 8-1/2" 钻头组合工具。矫正清理到深度 1,470m 时,对柴油发动机实行了修理,在此期间泥浆泵停止运转。原打算再次开始矫正清理,但 8-1/2" 钻头组合工具在深度 1,460m 处被卡住。实施泥浆循环之后,一边进行清水循环,一边反复打压震动器,解决了卡钻事故。虽然配备了轻油,做好了注油准备,但没有实施。此外,对加掘部分 8-1/2" 的钻探,因为担心发生卡钻而停止了钻探。发生事故的原因可能是由于泥浆泵停止,178 mmDC 部分发生差压而卡钻。

### (3) 8-1/2" 井的落物事故

#### ① 转向钻头栓部的损坏

在深度 1,605.06m 处钻进过程中,178mmDC 上的转向钻头的栓部发生损坏,掉落在 40.46m 处。用打捞公锥 × 震动器接在落物头部 1,564.6m 处,强行拉取(160

t)时打捞公锥脱落,估计落物被卡住。利用平面铣刀将落物头部削去大约0.26m,除去了178mmDC厚壁上的薄螺丝部。用打捞公锥×震荡器与落物头部(1,564.6m)连接,落物向下移动,解卡,上提成功。

#### ② 钻头牙轮掉落

在深度1,655.7m处钻探时,8-1/2”三牙轮钻头的3个牙轮掉落,留在井里。用现场制作的打捞篮回收了2个牙轮,用磁铁回收了另一个。使用平面铣刀切削了牙轮的破裂部。

#### ③ 钻头螺丝的磨损

处理了深度1,655.7m的钻头牙轮脱落事故,降下无旋转部的一体型8-1/2”钻头,在深度1,650~1,654.8m间矫正清理时,钻头栓部的螺丝磨损,钻头脱落。用打捞公锥在落物头部1,654.12m和钻头连接,收回钻头。可能是由于一体型钻头和钻头接头的螺丝型号不吻合,导致螺丝快速破损。

#### ④ 5”钻杆的断裂

在深度1,676.2m的钻进过程中,深度930.75m处5”钻杆断裂。用打捞公锥与落物对接,将其收回。

#### ⑤ 钻头牙轮掉落

处理了深度1,676.2m处5”钻杆的断裂事故后,更换了折断的5”钻杆,接着用同一钻头继续钻进,在深度1,677.5m处,8-1/2”三牙轮钻头的3个牙轮掉落。用磁铁打捞器三次将3个钻头牙轮取出。

### 2-3-5 2004年调查井钻探工程

#### (i) 8-1/2”井钻探(深度1,903.93~2,254.5m)

2004年钻探工程进度图见图2-3-13。8-1/2”井钻探的套管井身组合图见图2-3-14。

#### (1) 作业过程

##### ① 水泥清理

首先对去年施工完成的水泥桥塞从深度171.92m处开始到深度191.26m处进行清理,然后把清理钻具降到深度1,902.81m。途中分别在深度1,045m,1,359m,1,556m,1,682m,1,824m,1,852m,1,870m处实施井内泥水循环的操作,并换用胶质泥浆,进行井内冷却。

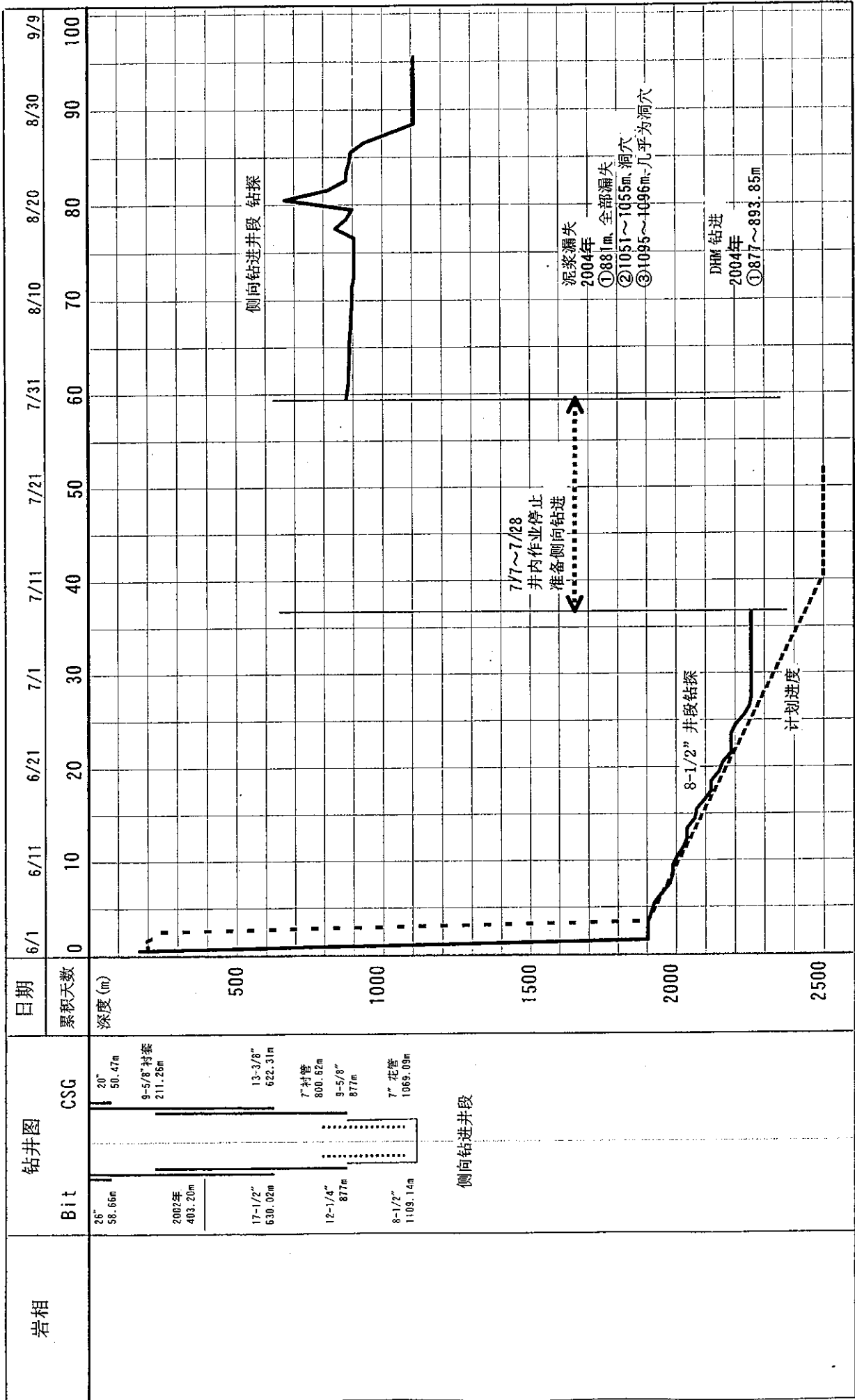


图 2-3-1-3 2004年 CJZK3001 钻探进度图

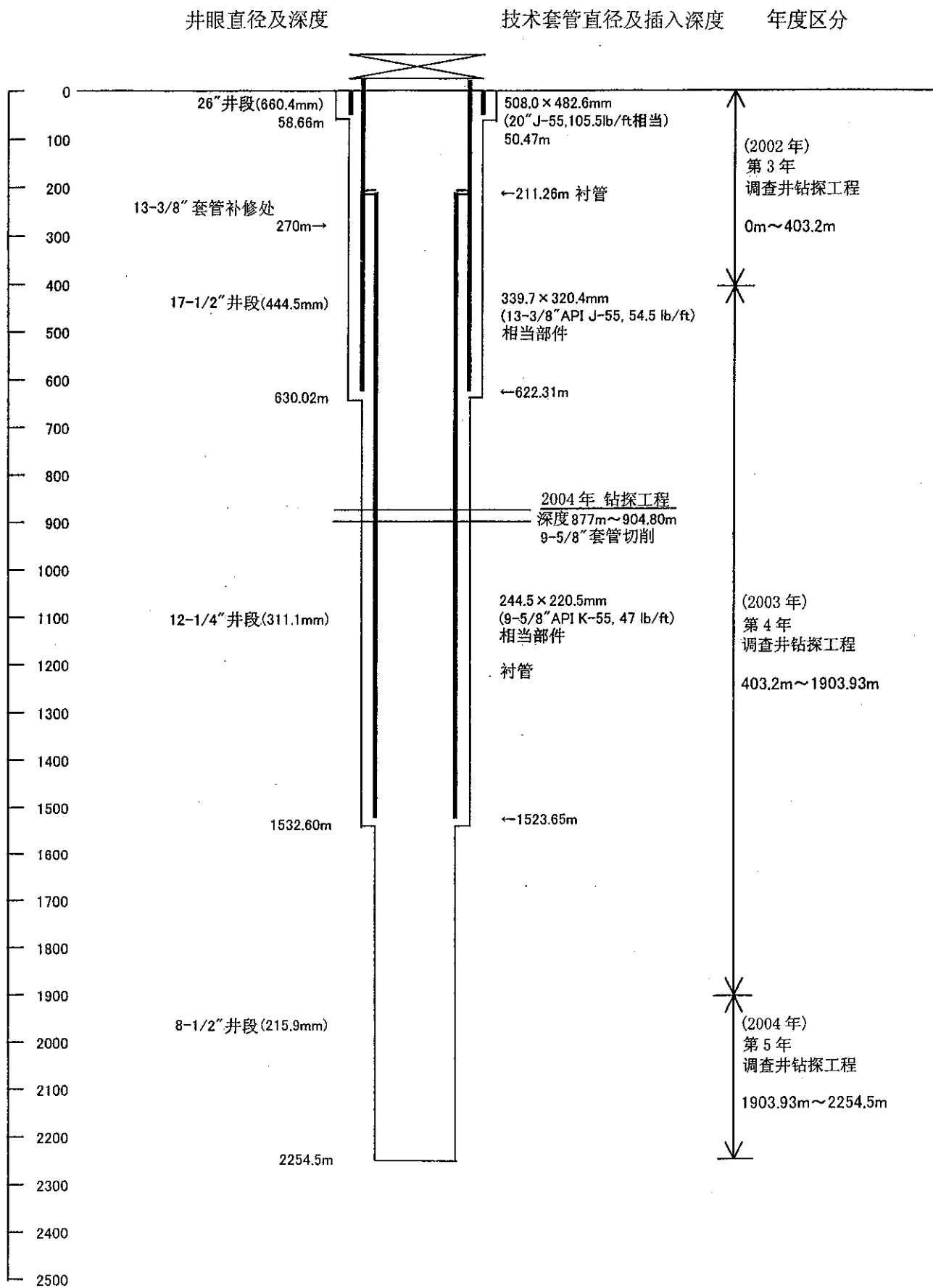


图 2-3-14 2004 年 CJZK3001 套管组合图 (原井段)

## ② 钻探开始前的 Custar 温度检测

为了测定深度 1,500m 以下地层的温度,实施井内泥浆循环之后,停留 24 小时,接着使用西藏地热地质大队的 Custar 测井仪器,试行测定地层温度。Custar 测井仪器在深度 220m 处卡住,不能降下,因此没有取得实测数据。由于西藏地热地质大队没有扶正器和重锤,只下了仪器探头,以致于没通过 9-5/8" 套管的头部。

## ③ 8-1/2" 井钻探

使用 8-1/2" 三牙轮钻头在深度 1,903.93m 处开始钻探。在 1,989m 和 2,025.76m 深处采取岩芯样本均失败。在深度 2,037.75m 处钻进时,5" 钻杆的管体断裂。用打捞公锥在 1,422.49m 深处和落物(615.26m 部分)对接,成功回收。从 2,063.80m 深度起,为延长钻头寿命使用中国制 PDC 钻头,钻了 6.70m,但是钻进效率低,结果不是很好。在深度 2,118.96m 处钻进的过程中,5" 钻杆转向钻头外壳部的螺丝磨损脱落。在落物头部深度 2,104.57m 处,将打捞公锥和落物(长 14.39m)对接,回收成功。钻进到 2,155.47m 深度后,提下钻时发现组合钻具在距 9-5/8" 套管头部 211m 附近被卡住。尤其在提起钻杆时,8-1/2" 扶正器被强制拉起,通过了 9-5/8" 套管的头部。在深度 2,186.8m 处钻进的过程中,8-1/2" 三牙轮钻头的 3 个牙轮脱落。用磁铁将这三个牙轮的主体部分取出后,接着用平面铣刀粉碎钻头牙轮的碎片。在回收钻头牙轮,放下磁铁组合工具的中途,卡在 9-5/8" 套管头部 211m 深处不能下降,为此将 9-5/8" 套管头部进行切削整形。在 2,247.85m 深处进行取芯,取得大约 0.25m 长的岩芯(黑云母花岗岩)。岩芯样本呈新鲜,少裂隙的岩相。在深度 2,254.5m 钻进的过程中,5" 钻杆管体破裂折断。落物头部在深度 1,819.7m 处,落物长 434.8m。用母锥回收了大约 18.5m 长的 5" 钻杆。井内落物头部发生变形,或井底部 8-1/2" 钻头周围有岩屑堆积,使落物和回收器对接困难。即使对接成功也难以将落物取上来。预计继续作业回收成功的可能性也很小。在深度 1,903.93m~2,254.5m 间的钻探过程中,没有遇到泥浆漏失层。此外,从 2,247.85m 深处采的岩芯样观察来看,即使从深度 2,254.5m 处钻到计划深度 2,500m 也难以遇到大规模的地热热储层。因此放弃深度 2,254.5m 以下的地层开采,继而对 981~1,263m 深处的泥浆漏失层再度进行开窗定向钻进。

## (2) 现场工地和主要机械设备

估计地层温度会达到高温,泥浆槽外侧建了泥浆坑,用作泥浆冷却设备。如果循环

泥浆的温度达到高温，就把井内泥浆传送入泥浆坑，泥浆在泥浆坑自然冷却后，再循环回井内。图 2-3-15 表示泥浆坑的位置。

### (3) 钻头记录

估计地层温度将达到高温(250°C)，为防止钻头牙轮脱落，将一个钻头钻进长度 20~30m 为目标进行钻探作业。共计使用了 15 个 8-1/2" 钻头，其中 14 个是插入式三牙轮钻头。在表 2-3-10 中，2004 年 CJZK3001 钻头记录显示，到寿命结束一个三牙轮钻头的平均钻进长度为 29.11m。PDC 钻头由于没有旋转部分，所以耐热。因此用 PDC 钻头使钻头寿命延长，计划一个钻头的钻进深度达到 200~400m。于是使用山东省胜利油田制造的中国制 PDC 钻头，从深度 2,063.8m 处开始钻探。钻探开始时的钻进率为 8.6m/hr，但快速降至 0.7m/hr，在深度 2,070.5m 处判断钻头寿命结束，停止了钻探。钻头寿命没有超过 6.7m，比三牙轮钻头寿命更短，结果并不理想。也许是因为 PDC 钻头不适合作为钻探对象的地层，而且钻机能力有限，不能带动 PDC 钻头高速旋转和承受不了钻头重力而导致的。

### (4) 倾斜钻进记录

通过调整 8-1/2" 钻头和 8-1/2" 扶正器的相隔距离，进行倾斜钻进。因为恰当的控制了井轨迹，没有用螺杆钻具(DHM)进行井迹修正。此外，因为在深度 1,912m 处进行方位倾斜测定时绞车的钢丝拉断，改在因为更换钻头而提管时，进行了 8-1/2" 井钻探方位倾斜测定。表 2-3-11 显示了 8-1/2" 井定向钻进时的井迹计算结果。图 2-3-16，图 2-3-17 分别表示了井迹平面图，剖面图。深度 2,007.65 处的井底方位是 N20° 53' W，井底部 2,254.5m 深处的井底方位是 N19° 55' W，几乎通过了钻探目标方位 N20° W。此外，目标是沿井倾斜 20° 的方向钻进，但实际钻探保持在倾斜 20° ~22° 53' 之间。如图 2-3-17 井迹剖面图所示，几乎是按计划钻进的。

### (5) 采取岩芯

到达计划取芯深度 2,000m 附近时，在深度 1,989~1,989.15m 之间进行钻探取芯，但没有成功。继续钻探，计划再取一次岩芯，因担心取样再次失败，因此使用 8-1/2" 三牙轮钻头一直钻到深度 2,025.76m 处。接着在深度 2,025.76~2,025.91m 间再度采取岩芯，仍未成功。猜测取芯工具切断了 5" 钻杆，超硬质合金在前端堆积成刀刃状物体，导致钻取岩芯后在提升时，采取的岩芯脱落。到达计划取芯深度 2,250m 附近时，在深度 2,247.85~2,248.3 间重新采取岩芯，取到大约长 25cm 的岩芯。为防止采到的

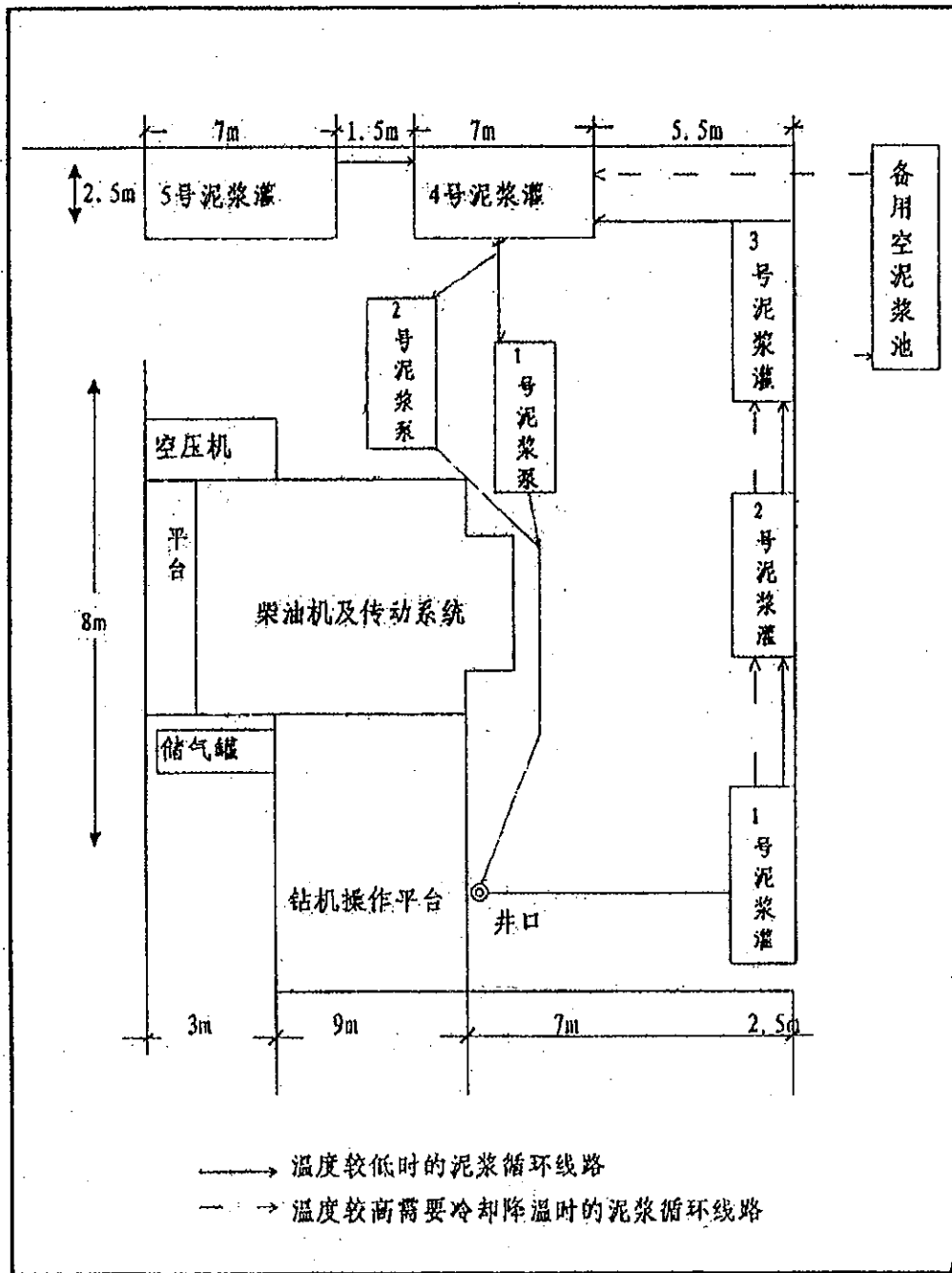


图 2—3—15 2004 年钻探设备配置图



表 2-3-1-10 2004 年 CJZK3001 钻头记录

No.	钻头直径	深度 (m) 自 至	钻进长度 (m)	钻头负荷 (t)	钻头类型	备 注
		<8-1/2"井段>				
1	8-1/2"	1,903.93 ~ 1,926.40	22.47		插入式	
2	8-1/2"	1,926.40 ~ 1,951.76	25.36		插入式	
3	8-1/2"	1,951.76 ~ 1,978.24	26.48		插入式	
4	8-1/2"	1,978.24 ~ 1,989.00	10.76		插入式	因钻具的重量趋于减小, 中断钻探, 提起钻具
コ 7	5"	1,989.00 ~ 1,989.15	0.15		岩心	岩心钻探, 未采样
5	8-1/2"	1,989.15 ~ 2,025.76	36.61		插入式	
コ 7	5"	2,025.76 ~ 2,025.91	0.15		岩心	岩心钻探, 未采样
6	8-1/2"	2,025.91 ~ 2,037.75	11.84		插入式	5"钻杆杆身破裂, 中断钻探
7	8-1/2"	2,037.75 ~ 2,063.80	26.05		插入式	
8	8-1/2"	2,063.80 ~ 2,070.50	6.70		PDC	PDC钻头
9	8-1/2"	2,070.50 ~ 2,098.00	27.50		插入式	
10	8-1/2"	2,098.00 ~ 2,118.96	20.96		插入式	连接5"钻杆的接头部螺丝磨损、脱落, 中断钻探
11	8-1/2"	2,118.96 ~ 2,155.47	36.51		插入式	
12	8-1/2"	2,155.47 ~ 2,186.80	31.33		插入式	脱落3个钻头牙轮
13	8-1/2"	2,186.80 ~ 2,208.03	21.23		插入式	
14	8-1/2"	2,208.03 ~ 2,247.85	39.82		插入式	
コ 7	5"	2,247.85 ~ 2,248.30	0.45		岩心	岩心钻探, 采到0.25m
15	8-1/2"	2,248.30 ~ 2,254.50	6.20		插入式	5"钻杆杆身断裂, 中断钻探
		总钻进长度	262.03			No.1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14 (9支) 的总钻进长度
		平均钻进长度	29.11			No.1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14 (9支) 的平均钻进长度
		<侧向钻探井段 (8-1/2"井段) >				
16	8-1/2"	877.00 ~ 893.85	16.85		插入式	DHM钻进
17	8-1/2"	893.85 ~ 915.00	21.15	4	PDC	PDC钻头
18	8-1/2"	915.00 ~ 978.87	63.87	8	插入式	
19	8-1/2"	978.87 ~ 1,061.45	82.58	8	插入式	
20	8-1/2"	1,061.45 ~ 1,109.14	47.69	8	插入式	不能排除填埋, 钻探停止
		总钻进长度	146.45			No.18, 19 (2支) 的总钻进长度
		平均钻进长度	73.23			No.18, 19 (2支) 的平均钻进长度

表 2-3-11 2004 年 CJZK3001 方位倾斜计算结果 (原井段)

No	钻进长度	倾斜	方位		垂直深度	南北偏距	东西偏距	井底方位		偏距	DLS		
	m	dd.mm		dd.mm	m	m	m	dd.mm		m	dg/30m		
1	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00	
2	32.73	0.27	N	W	39.32	32.73	0.10	-0.08	N	W	39.32	0.13	0.41
3	58.38	0.28	N	W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N	W	41.03	0.33	0.05
4	86.60	0.32	N	W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N	W	45.16	0.58	0.15
5	115.14	0.34	N	W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N	W	53.18	0.83	0.28
6	143.38	0.11	N	W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N	W	54.03	1.01	0.42
7	172.03	0.13	N	W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N	W	51.05	1.09	0.11
8	217.53	2.58	S	W	72.13	217.50	1.28	-1.79	N	W	54.24	2.20	6.63
9	246.11	3.39	N	W	74.08	246.04	1.25	-3.41	N	W	69.51	3.63	2.58
10	274.68	4.28	N	W	58.29	274.53	2.06	-5.26	N	W	68.35	5.65	1.65
11	303.36	6.42	N	W	34.02	303.08	3.98	-7.26	N	W	61.17	8.28	4.27
12	332.02	5.29	N	W	32.22	331.57	6.52	-8.92	N	W	53.50	11.05	1.28
13	360.66	7.25	N	W	30.29	360.03	9.27	-10.60	N	W	48.51	14.08	2.05
14	389.31	9.19	N	W	28.22	388.37	12.90	-12.65	N	W	44.27	18.06	2.03
15	417.89	11.29	N	W	29.22	416.48	17.41	-15.14	N	W	41.00	23.08	2.29
16	446.52	13.40	N	W	30.43	444.43	22.81	-18.26	N	W	38.41	29.22	2.32
17	475.14	13.50	N	W	29.34	472.23	28.69	-21.68	N	W	37.04	35.96	0.34
18	503.78	15.40	N	W	26.35	499.92	35.13	-25.11	N	W	35.33	43.18	2.12
19	532.34	17.41	N	W	29.26	527.28	42.36	-28.95	N	W	34.21	51.31	2.33
20	560.91	17.51	N	W	27.09	554.49	50.04	-33.09	N	W	33.28	59.99	0.76
21	570.49	18.21	N	W	27.21	563.59	52.68	-34.45	N	W	33.11	62.94	1.58
22	638.33	20.18	N	W	24.54	627.61	72.84	-44.33	N	W	31.20	85.27	0.95
23	666.88	21.04	N	W	24.15	654.32	82.01	-48.53	N	W	30.37	95.29	0.84
24	695.45	21.58	N	W	23.16	680.89	91.60	-52.75	N	W	29.56	105.70	1.02
25	724.08	22.34	N	W	23.40	707.39	101.55	-57.07	N	W	29.20	116.48	0.65
26	752.85	22.29	N	W	23.41	733.96	111.64	-61.49	N	W	28.51	127.46	0.09
27	781.27	23.08	N	W	23.19	760.16	121.74	-65.89	N	W	28.25	138.43	0.70
28	809.81	22.32	N	W	21.41	786.47	131.98	-70.12	N	W	27.99	149.45	0.91
29	838.38	21.25	N	W	20.54	812.96	141.94	-74.01	N	W	27.32	160.07	1.21
30	866.93	19.49	N	W	21.02	839.68	151.32	-77.60	N	W	27.09	170.06	1.68
31	895.56	19.55	N	W	22.02	866.61	160.37	-81.17	N	W	26.51	179.75	0.37
32	924.19	20.21	N	W	21.55	893.49	169.51	-84.86	N	W	26.36	189.57	0.46
33	952.73	20.22	N	W	22.35	920.24	178.70	-88.62	N	W	26.23	199.47	0.24
34	981.34	20.52	N	W	22.41	947.02	188.00	-92.50	N	W	26.12	209.52	0.53
35	1009.87	21.10	N	W	22.26	973.65	197.45	-96.42	N	W	26.02	219.74	0.33
36	1038.52	21.44	N	W	22.34	1000.32	207.13	-100.43	N	W	25.52	230.19	0.60
37	1067.09	21.38	N	W	23.41	1026.87	216.84	-104.58	N	W	25.45	240.74	0.44
38	1095.61	20.29	N	W	24.11	1053.48	226.20	-108.74	N	W	25.40	250.98	1.22
39	1124.18	19.19	N	W	23.59	1080.35	235.08	-112.70	N	W	25.37	260.70	1.23
40	1152.81	19.35	N	W	24.18	1107.34	243.78	-116.60	N	W	25.34	270.23	0.30
41	1181.38	19.13	N	W	22.24	1134.29	252.49	-120.36	N	W	25.29	279.71	0.76
42	1209.91	19.25	N	W	23.41	1161.21	261.18	-124.06	N	W	25.24	289.14	0.50
43	1238.52	19.39	N	W	23.07	1188.18	269.96	-127.86	N	W	25.21	298.70	0.32
44	1267.09	17.59	N	W	21.25	1215.22	278.48	-131.35	N	W	25.15	307.91	1.83
45	1295.62	17.02	N	W	19.56	1242.43	286.51	-134.38	N	W	25.08	316.46	1.09
46	1324.25	16.20	N	W	17.28	1269.85	294.30	-137.01	N	W	24.58	324.63	1.02
47	1352.82	16.35	N	W	16.26	1297.25	302.04	-139.37	N	W	24.46	332.65	0.41
48	1371.45	17.32	N	W	15.57	1315.06	307.29	-140.90	N	W	24.38	338.05	1.55
49	1400.03	18.50	N	W	15.58	1342.21	315.86	-143.35	N	W	24.25	346.87	1.36
50	1428.59	19.37	N	W	15.43	1369.18	324.91	-145.92	N	W	24.11	356.17	0.83
51	1459.22	19.46	N	W	15.38	1398.02	334.85	-148.71	N	W	23.57	366.38	0.15
52	1487.75	19.34	N	W	16.00	1424.88	344.09	-151.32	N	W	23.44	375.89	0.25
53	1497.28	19.46	N	W	16.43	1433.86	347.16	-152.23	N	W	23.41	379.07	0.99
54	1515.26	19.32	N	W	16.40	1450.79	352.95	-153.96	N	W	23.34	385.07	0.39
55	1543.89	19.46	N	W	16.29	1477.75	362.18	-156.71	N	W	23.24	394.63	0.25
56	1572.48	19.05	N	W	19.03	1504.72	371.24	-159.61	N	W	23.16	404.09	1.12

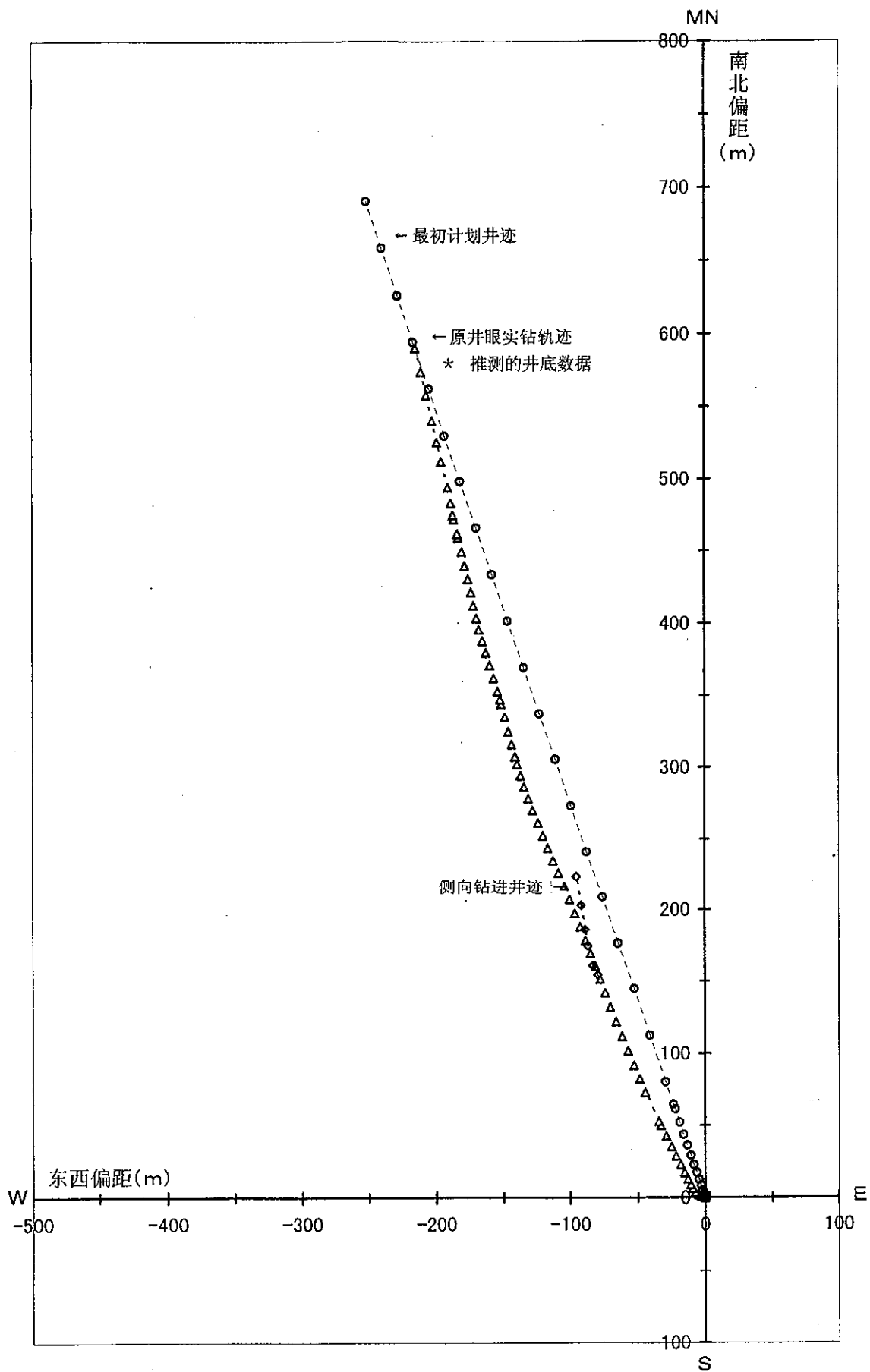


图 2-3-16 2004 年 CJZK3001 井迹平面图

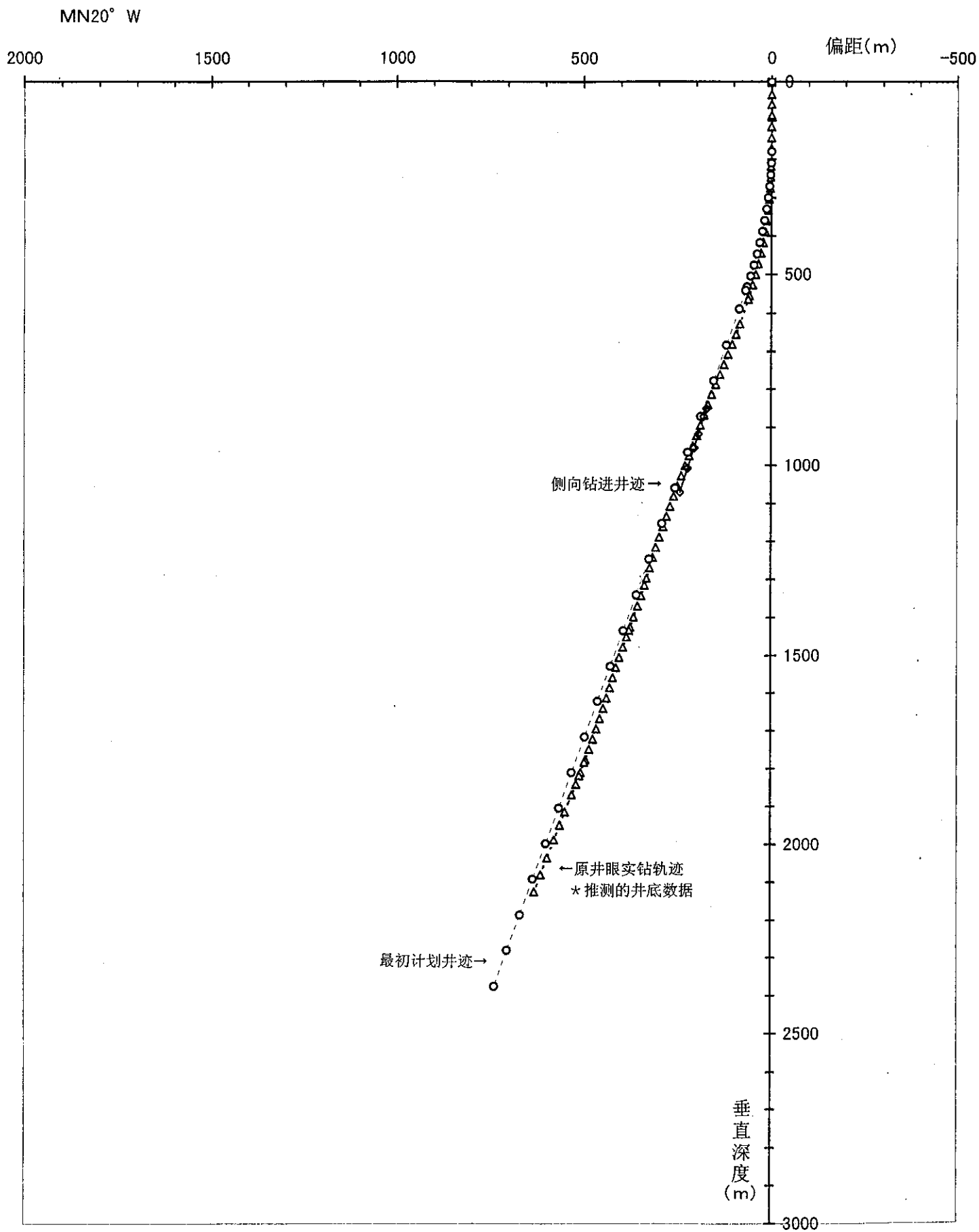


图 2 - 3 - 1 7 2004 年 CJZK3001 井迹剖面图

岩芯脱落，在取芯工具的内侧加工有捕捉器。而且判明取得的岩芯为含有白云母的黑云母花岗岩，新鲜，裂痕少。

#### (6) 井口装置

钻探所用井口装置和 2003 年度使用的相同。

#### (7) 落物事故和对策

总共发生 4 次落物事故，其中 3 次成功回收，对第 4 次的落物事故放弃回收，操作过程如下：

##### ① 5” 钻杆断裂

在深度 2,037.75m 处钻进时，5” 钻杆的管体破裂折断。用平面铣刀对钻杆 (1,422.49m) 进行切削整形后，将落物 (615.26m 长) 与打捞公锥对接，成功回收。回收作业费时 1 天。

##### ② 转向钻头的螺丝磨损

在深度 2,118.96m 处钻进时，5” 钻杆下部的转向钻头外壳的螺丝磨损脱落。在深度 2,104.57m 处将打捞公锥与落物 (14.39m 长) 对接并回收。回收作业费时 1 天。

##### ③ 钻头牙轮脱落

在深度 2,186.8m 处钻探中，8-1/2” 三牙轮钻头的 3 个牙轮脱落。经过 2 次磁铁回收作业，取出 3 个钻头牙轮的主体部分，并用平面铣刀将钻头牙轮碎片铣碎。此外在钻头牙轮回收作业中磁铁组合钻具降下时，卡在了距 9-5/8” 套管头部 200m 左右的位置，不能继续下降。使用锥形铣刀将 9-5/8” 套管头部切削整形。回收作业费时 2 天。

##### ④ 5” 钻杆断裂

6 月 28 日，钻探至 2,254.5m 深度时，5” 钻杆在 1,819.7m 深处断裂，8-1/2” 钻头、无磁钻铤、和 5” 钻杆等 (落物长 434.8m) 留在了井内。用母锥等实施回收，回收了大约 18.5m 长的 5” 钻杆。可能井内由于存在钻杆变形和位于井底部的 8-1/2” 钻头周围有岩屑沉积，导致落物难以和回收器对接，即使对接上，也不能把落物提上来。此时即使继续进行回收作业估计不太可能成功。在深度 1,903.93~2,254.5m 间钻探时，没有遇到泥浆漏失层。另外，从 2,247.85m 深处取到的岩芯观察来看，即使从 2,254.5m 深处钻到计划深度 2,500m 处，遇到大规模地热热储层的可能性很小。因此放弃深度 2,254.50m 以下的钻探，继而再次对深度 981~1,263m

之间的泥浆漏失层实施定向钻进。有 416.3m 长的钻具留在井内，中断回收作业。回收作业费时 9 日，作业经过如下：

6 月 28 日：钻到深度 2,254.5m 处时，钻探发生异常，提起 8-1/2” 钻头组合工具。

确认 5” 钻杆在 1,819.7m 深处断裂。井内遗留钻具长 434.8m。

6 月 29 日：用平面铣刀对钻杆进行切削整形。

6 月 30 日：用母锥回收 5” 钻杆，长度为 17.94m 的部分。经确认 5” 钻杆在 1,836.85m 深处断裂（有 22 处破损点）。落物头部在深度 1,836.85m 处，落物长为 416.86m。用平面铣刀对落物头部进行切削整形。

7 月 1 日：试用母锥打捞，没有连接上落物。

7 月 2 日：将装有导向仪的母锥，和落物在深度 1,836.85m 处对接。试行泥浆循环，但压力上升，未能循环。在 100t 拉力下强制拉引，取出大约 0.5m 长的 5” 钻杆断片。

7 月 03 日：试行将装有导向仪的母锥与落物在 1,839.57 深处连接，但没有成功。（估计母锥通过了落物头部，没能捕捉到。）

7 月 04 日：使用装有导向仪的平面铣刀对落物头部进行切削整形。从深度 1,839.57m 进行到深度 1,840.97m（落物的侧面可能被铣削）。

7 月 05 日：在深度 1,840.97m 处，用装有导向仪的母锥和落物进行连接，没有对接上（估计母锥通过了落物头部，没能捕捉到）。试使用压痕板检查落物头部的形状，但因提升管中铝制部分的脱落，没能确认其形状。使用装有导向仪的平面铣刀对落物头部进行切削整形。切削从深度 1,838.83m 开始到深度 1,841.87m 处。（估计深度 1,838.83 处就是落物头部的真正位置。）

7 月 06 日：在深度 1,841.87m 处，用装有导向仪的母锥和落物进行对接，但没能连接上。

7 月 07 日：在现场制作压痕板。接到指示，停止回收作业。

(ii) 定向井钻探（深度 877~1,109.14m）

为再度利用在 2003 年钻探工程中遇到的位于深度 981~1,263m 处的泥浆漏失层，实行重新开窗定向井钻探。2004 年度钻探工程的钻探进度图见图 2-3-13，定向井钻探的套管井身组合图见图 2-3-18。

(1) 定向钻探计划

井眼直径及深度

技术套管直径及插入深度

年度分区

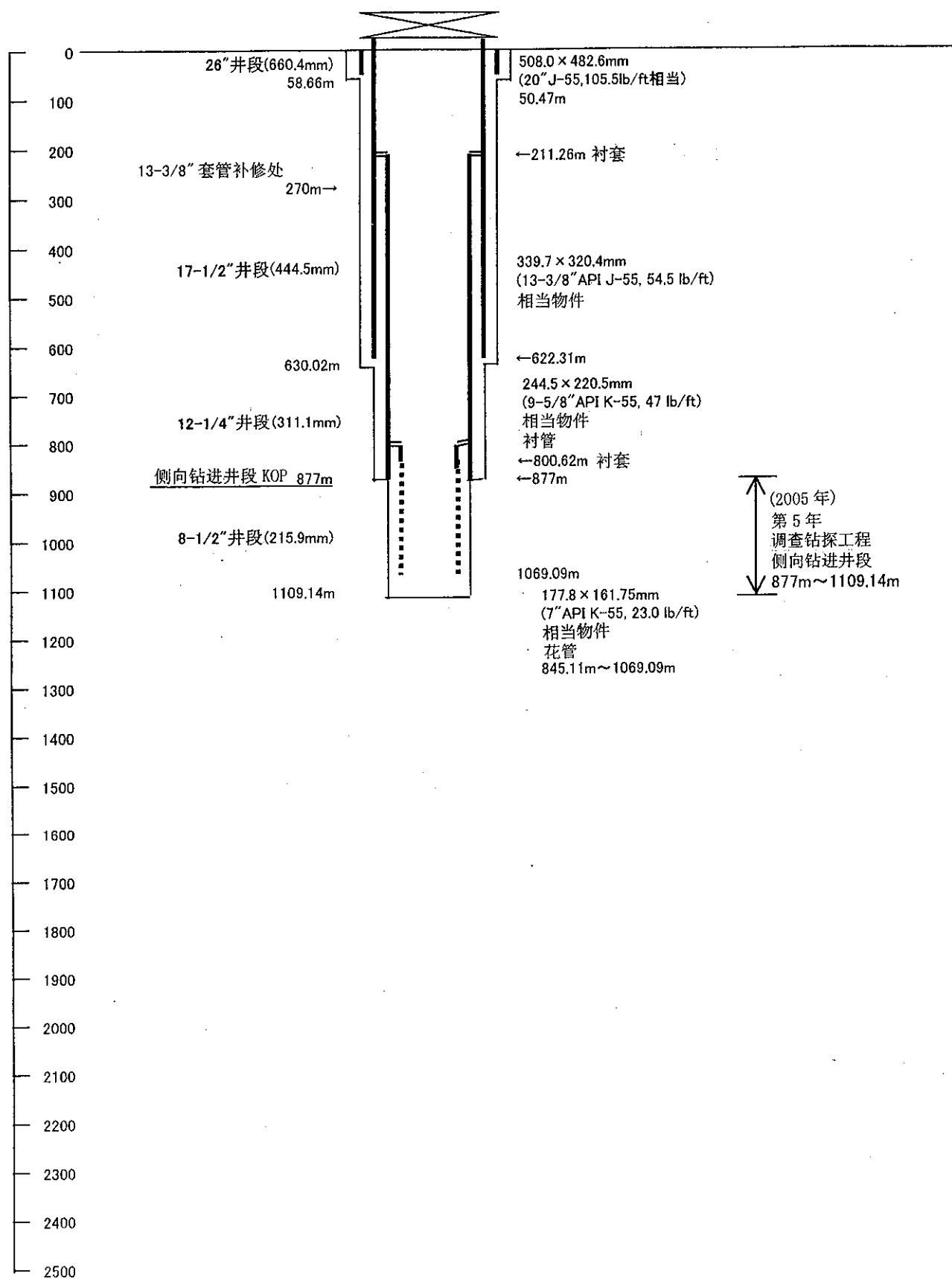


图 2 - 3 - 1 8 2004 年 CJZK3001 套管组合图 (侧向钻进井段)

### ① 泥浆漏失层的评价

对深度 981m, 1,002m, 1,085m, 1,128m, 1,253m 及 1,263m 处遇到的泥浆漏失层, 进行了钻探状况、岩相、测井温度的探讨、评价。评价结果见表 2-3-12。随着深度增加地层温度上升, 然而对于特别是规模大的断裂, 在深度 981m, 1,002m, 1,085m 处遇到了泥浆漏失层。作为定向钻探的目标, 首先对深度 981m, 1,002m, 1,085m 处的断裂进行钻探, 然后对深度 1,128m, 1,253m 及 1,263m 的断裂进行钻探的话效果比较好。

### ② 钻探方法

定向钻进的钻探方法是: 首先把 9-5/8" 套管用铰鞋, 铰出窗口, 从此套管窗口开始, 使用螺杆钻具, 顶替井眼。因为中国胜利油田等在石油钻探中, 有使用铰鞋进行侧向开窗钻探的经验, 因此判断中国油井钻探技术适用于西藏地热调查井钻探。基本钻探施工步骤制定如下, 并根据井内情况做出判断和相应调整。

1) 井内注水泥: 深度 1,000~1,100m, 泥浆比重是 1.80。

2) 水泥固结硬化等待时间: 1 天

3) 9-5/8" 套管切削: 深度 875~905 m (30 m 区间)

如果套管切削困难, 深度为 875~895m (20m 区间)

切削时, 避开套管接头处, 从接头上面 3~4m 处开始。接头部位: 深度 868.97m, 879.22m, 889.78m, 898.41m, 908.85m, 917.37m。观察岩屑 (套管铁屑片) 的返回情况。

4) 水泥桥塞: 深度 825~925m, 泥浆比重 1.85。制作牢固的水泥桥塞是非常重要的。

5) 水泥固结硬化等待时间: 1.5 日天 (要充分硬化)

6) 水泥清理: 深度 82m~875m

7) DHM 钻进: 从深度 875m 处开始, 钻到适当深度。钻进长为 15~16m 左右时完成开窗后的新孔钻进变换, 快的话预计只需 10~12m 左右。离开原井 10m 左右, 和原井平行地钻进。观察岩屑, 确认水泥和地层物质的比例。

如果换孔不成功, 重复步骤 6) ~7)。

8) 控制钻进: 从适当深度开始到深度 1,300m 的区间。钻到泥浆漏失层 (深度 981m, 1,002m, 1,085m, 1,253m, 1,263m)。未使用泥浆漏失防止剂。

### ③ 所需资材



表 2-3-1-2 CJZK3001 泥浆漏失一览表 (深度 981~1, 263m)

深度	泥浆漏失量	断裂状况		温度、流体流动	
		断裂规模 (根据泥浆漏失情况判断)	热液蚀变、断层	测井温度 (静止时间73h24m)	流体包裹体 均一化温度
981m	全部	大	生成中量绿泥石、绢云母、方解石。 970~1, 155m: 斜长石完全蚀变。	约210°C 温度曲线: 上凸 (上升流)	最低温度: 160°C 最频值: 200°C (≡测井温度)
1002m	全部	大			
1085m	全部	大	生成中量绿泥石、绢云母、方解石。 970~1, 155m: 斜长石完全蚀变。	约220-230°C 温度曲线: 上凸 (上升流)	最低温度: 约210°C 最频值: 约230°C (≡测井温度)
1128m (在1085m有再次发生的可能性)	一时全部	中			
1253m	一时全部	中	绿泥石、绢云母、方解石大量生成。 1, 222~1, 250m: 斜长石完全蚀变。 1, 245m: 断层粘土(暗灰色)附带水晶/萤石。→开口性断裂	约240°C 温度曲线: 向上缓凸出 (上升流~对流域)	最低温度: 约230°C 最频值: 约240°C (≡测井温度)
1263m	一时全量	中	1, 250m、1, 255m、1, 260~1, 262.5m: 混有断层粘土。		

侧向开窗钻进所需资材准备如下。其中，6-1/4” 螺杆钻具和 6-1/2” 无磁钻铤由合作方西藏电力工业局无偿提供。此外，6-1/4” 钻铤按需要数目准备，5” 钻杆要事先检查并实施检测，管壁如果薄的话则不可使用。

- 1) 磨铣机主体和切削刀具×5 组
- 2) 8-1/2” 钻头×17 个
- 3) 6-1/4” D H M×1 台
- 4) 2.5° 弯接头×2 个
- 5) 6-1/2” 无磁钻铤×1 个
- 6) 8-1/2” 扶正器×1~4 个（所需数目）
- 7) 6-1/4” 短钻铤×1 个
- 8) 6-1/4” 钻铤×10 个（所需数目）
- 9) 5” 钻杆（检查完毕的所需数目）

#### （2）9-5/8” 套管的铣削

使用中国制磨铣机，将 9-5/8” 套管从深度 877m 到 904.8m 共长 27.8m 的一段切削下来。总体来说，切削作业顺利进行。但也发生了下列事故：磨铣机出现故障，套管铁片掉落。切削到 882.93m 深处时，磨铣机的切削刀不能闭合上，强制提升，没有拉上来。为闭合切削刀具，逆向旋转转盘，导致磨铣机和 2 支 178mmDC 脱落。用 178mmDC 组合工具回收，没能和落物对接上。接着用打捞公锥连结 1,488.77m 处落物头部，回收了磨铣机等落物。因切削刀无法闭合，将磨铣机拆开检查，用研磨机削去内部活塞的外径，调整到活塞可以自由运动。大概是因为地热井的高温使活塞发生热膨胀，外径胀大，使活塞不能上下运动。此外，铣削到深度 888.43m 处以后，磨铣机上部外壳的螺丝扣破损，补修了螺丝扣。铣削到深度 898.39m 后，更换刀具并下钻，但卡在深度 894m 处不能降下。取出的切削刀已变形，整形后准备再次利用。另外，考虑到磨铣机不能降下的原因大概是铣削后的套管产生的铁片滞留在井内，使用打捞公锥和平面铣刀在深度 895.2~900.3m 之间进行清理，排出了滞留铁片。接着用磨铣机清理了深度 894~898.39m 的一段，然后一直铣削到深度 904.8m 处。准备的 5 组切削刀全部用上，铣削长为 27.8m，几乎是按计划进行的，开窗成功。如下所示，一组切削刀大约切削 5.56m，费时 13 天。

No.1 切削刀具：深度 877.00~882.93 m（4.07 m 长）

No.2 切削刀具：深度 882.93~888.43 m（5.50 m 长）

No. 3 切削刀具：深度 888.43~894.39 m (5.96 m 长)

No. 4 切削刀具：深度 894.39~898.39 m (4.00 m 长)

No. 5 切削刀具：深度 898.39~904.80 m (6.41 m 长)

合计：深度 887.00~904.80 m (27.80 m 长；平均 5.56 m 长)

### (3) 水泥桥堵和水泥清理

如下所示，水泥桥堵共实施 3 次，费时 10 天。

#### ① No. 1 水泥桥堵

在深度 910m 处，使用水泥 7t 实施水泥桥堵。送入水泥泥浆的过程中，5" DP 内的水泥泥浆固结，不能继续输送，中止施工。估计水泥泥浆在送入途中硬化，原因可能是中国制普通水泥质量的问题。

#### ② No. 2 水泥桥堵

在深度位置 909.9m 处，使用水泥 8t 实施水泥桥堵。检查确定水泥泥浆的地表样品的固结情况，水泥泥浆固结硬化用了 3 天的时间等待，从水泥头部 853m 处开始到 878m 处进行水泥清理。水泥没有完全固结。开始前井内实施冷却泥浆循环，循环开始后 7 小时泥浆不再回流。估计是深度 877~878m 区段裸井部或者 9-5/8" 套管头部 (211m) 的泥浆漏失所致。实施 No. 3 水泥桥堵，把井内水泥硬化的不良部分 (878~898.34m) 清理掉。估计水泥硬化不良是因中国产普通水泥的质量问题。

#### ③ No. 3 水泥桥堵

为解决泥浆漏失问题而进行水泥桥堵，实施了第三次水泥桥堵，使用水泥 10t。因为水泥泥浆的地表样品硬化状况良好，28 小时后开始清理施工。从水泥头部 668m 处开始清理，15 分钟后发生泥浆漏失，在有少量泥浆漏失的情况下清理至深度 877m 处。

### (4) 初始点(kickoff)

使用西藏电力局无偿提供的 6-1/2" 螺杆钻具和 6-1/2" 无磁钻铤，进行侧向开窗后的起点作业。开始作业前，为实施井内冷却循环，把 5" 钻杆组合工具放下，但卡在 9-5/8" 套管头部 (211m)，没能放下。用平面铣刀组合将 9-5/8" 套管头部铣削后，降到深度 877m 处，实施井内冷却循环。接着为了钻侧向井，于深度 877m 处起，在有少量水漏失的状况下进行了 DHM 钻进，到深度 881m 处发生水全部漏失，在水全部漏失的状况下 DHM 钻进到深度 893.85m 处，钻进区间长 16.85m。费时 3 天。从原井进行侧向钻井，井眼倾斜度减小，井眼顶替成功。

### (5) 控制钻进

从深度 893.85m 开始, 在水全部漏失状况下利用减角组合工具开始控制钻进。根据去年钻探成果, 在推定的泥浆漏失层深度 981m 及 1,002m 处, 进行了水全部漏失状况下的钻探, 钻探参数没有大的变化。但是在深度 1,051~1,055m 处, 钻头变为无钻压, 猜测存在大规模裂隙群。此外, 深度 1,095~1,096m 处有空洞。在水全部漏失区, 吸入水的岩屑, 通过空洞区后提起变得困难, 渐渐埋在井底 (钻探深度 1,109.14m 时埋住 12m)。因为空洞区井径扩大, 猜测这里有岩屑滞留。随着钻探作业的推进, 追加每支钻杆的安装作业变得困难, 岩屑堆积在钻头上面, 井内状况变得危险。因为埋没增加, 钻探工具掉落的安全性也将增加, 此侧向钻进到深度 1,109.14m 处停止。花费了 4 天时间。相对于原井的位置, 在深度 1,042m 附近由老孔的  $21^{\circ} 44'$  减到现在的  $18^{\circ} 16'$ , 新孔比老孔减少了  $3.5^{\circ}$ , 井底 1,109.14m 处距离老孔约 16m。表 2-3-13 表明了定向井倾斜钻探时的井迹计算结果。图 2-3-16 和 2-3-17 分别为井迹平面图和剖面图。

### (6) 7" 套管设置

井内水位测定, Custar 温度检测, 7" 套管安装, 共花费了 6 天时间。

#### ① 井内水位

8 月 31 日: 深度 108 m

9 月 01 日: 深度 107.7 m

#### ② Custar 温度检测

插入 7" 套管前, 地热地质大队实施了 3 次 Custar 地层温度检测, 因温度感应器或记录装置失灵, 没有获得温度数据。Custar 测井时, 5" 钻杆降到深度 220m 处, 为保证检测器不卡在 9-5/8" 套管头部, 操作特别小心。此外, 第二次降下检测器时, 在深度 877m 处的 9-5/8" 套管经过铣削, 深度 877m 处的地方短时间卡住。第三次检测在提起时, 在深度 877m 处险些被挂住, 但还是通过了。

#### ③ 7" 套管设置

用 8-1/2" 钻头进行了井眼扩大, 确定井内有沉砂 15m 后, 于 2004 年 9 月 3 日将 7" 套管插入深度 800.62~1,069.09m 之间。定向钻进基本上是在水全部漏失状况下进行的。所以除了空洞区段, 裂隙位置未能确定。因此裸井部分全部安装花管。7" 套管的插入状况如下:

• 7" 套管头部 : 深度 800.62m

表 2-3-13 2004 年 CJZK3001 方位倾斜计算结果 (侧向井段)

No	钻进长度	倾斜	方位		垂直深度	南北偏距	东西偏距	井底方位		偏距	DLS		
	m	dd.mm	dd.mm		m	m	m	dd.mm	m	dg/30m			
1	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00	
2	32.73	0.27	N	W	39.32	32.73	0.10	-0.08	N	W	39.32	0.13	0.41
3	58.38	0.28	N	W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N	W	41.03	0.33	0.05
4	86.60	0.32	N	W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N	W	45.16	0.58	0.15
5	115.14	0.34	N	W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N	W	53.18	0.83	0.28
6	143.38	0.11	N	W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N	W	54.03	1.01	0.42
7	172.03	0.13	N	W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N	W	51.05	1.09	0.11
8	217.53	2.58	S	W	72.13	217.50	1.28	-1.79	N	W	54.24	2.20	6.63
9	246.11	3.39	N	W	74.08	246.04	1.25	-3.41	N	W	69.51	3.63	2.58
10	274.68	4.28	N	W	58.29	274.53	2.06	-5.26	N	W	68.35	5.65	1.65
11	303.36	6.42	N	W	34.02	303.08	3.98	-7.26	N	W	61.17	8.28	4.27
12	332.02	5.29	N	W	32.22	331.57	6.52	-8.92	N	W	53.50	11.05	1.28
13	360.66	7.25	N	W	30.29	360.03	9.27	-10.60	N	W	48.51	14.08	2.05
14	389.31	9.19	N	W	28.22	388.37	12.90	-12.65	N	W	44.27	18.06	2.03
15	417.89	11.29	N	W	29.22	416.48	17.41	-15.14	N	W	41.00	23.08	2.29
16	446.52	13.40	N	W	30.43	444.43	22.81	-18.26	N	W	38.41	29.22	2.32
17	475.14	13.50	N	W	29.34	472.23	28.69	-21.68	N	W	37.04	35.96	0.34
18	503.78	15.40	N	W	26.35	499.92	35.13	-25.11	N	W	35.33	43.18	2.12
19	532.34	17.41	N	W	29.26	527.28	42.36	-28.95	N	W	34.21	51.31	2.33
20	560.91	17.51	N	W	27.09	554.49	50.04	-33.09	N	W	33.28	59.99	0.76
21	570.49	18.21	N	W	27.21	563.59	52.68	-34.45	N	W	33.11	62.94	1.58
22	638.33	20.18	N	W	24.54	627.61	72.84	-44.33	N	W	31.20	85.27	0.95
23	666.88	21.04	N	W	24.15	654.32	82.01	-48.53	N	W	30.37	95.29	0.84
24	695.45	21.58	N	W	23.16	680.89	91.60	-52.75	N	W	29.56	105.70	1.02
25	724.08	22.34	N	W	23.40	707.39	101.55	-57.07	N	W	29.20	116.48	0.65
26	752.85	22.29	N	W	23.41	733.96	111.64	-61.49	N	W	28.51	127.46	0.09
27	781.27	23.08	N	W	23.19	760.16	121.74	-65.89	N	W	28.25	138.43	0.70
28	809.81	22.32	N	W	21.41	786.47	131.98	-70.12	N	W	27.99	149.45	0.91
29	838.38	21.25	N	W	20.54	812.96	141.94	-74.01	N	W	27.32	160.07	1.21
30	866.93	19.49	N	W	21.02	839.68	151.32	-77.60	N	W	27.09	170.06	1.68
31	878.00	20.53	N	W	43.13	850.06	154.56	-79.64	N	W	27.16	173.87	22.16
32	900.10	18.08	N	W	16.37	870.89	160.90	-83.29	N	W	27.22	181.18	11.12
33	947.60	17.04	N	W	11.43	916.16	174.82	-86.80	N	W	26.24	195.19	1.11
34	985.60	16.87	N	W	09.11	952.45	185.91	-88.84	N	W	25.33	206.05	0.68
35	1042.60	18.16	N	W	10.14	1006.71	203.14	-91.79	N	W	24.19	222.92	0.46
36	1109.14	18.40	N	W	10.14	1069.82	223.88	-95.54	N	W	23.07	243.41	0.18

- 7” 套管鞋                   : 深度 1,069.09m
- 7” 套管全长               : 268.47m 长
- 上部实管长度             : 44.49m 长
- 下部花管长度             : 223.98m 长

插入 7” 套管后，紧密关闭钻探作业主阀门，CJZK3001 调查井钻探工程结束。

## 2-4 钻井调查

## 2-4 钻井调查

### 2-4-1 钻井地质

用新开挖钻井 CJZK3001(钻探深度 2,254.5m)及已开挖井 ZK4002(钻探深度 2,006.8m)的岩石试样,实施了岩石薄片显微镜观察, X 射线衍射分析, 流体包裹体测定及岩芯物性测定试验。

#### (i) 岩石薄片显微镜观察

进行岩石薄片的显微镜观察是为了确定岩石名称及蚀变性状。

##### (1) CJZK3001

CJZK3001 井的显微镜观察结果见表 2-4-1。

##### 1) 岩石的分布

通过肉眼及薄片观察, 对 CJZK3001 井的岩石分区如下:

深度 0~140 m: 第四系砂砾层

深度 140~190 m, 195~242.5 m: 石英岩

深度 190~195 m, 295~814 m, 1,350~2,254.5 m: 花岗岩

(深度 442~632.5 m, 由于泥浆漏失缺失)

深度 814~1,350 m: 花岗斑岩

(深度 1,002~1,044 m, 1,127~1,150 m, 由于泥浆漏失缺失)

在花岗岩分布的地层, 深度 1,350~1,417 m 及 1,710~1,820 m 受到碎裂岩化, 在深度 1,417~1,710 m 之间发生了糜棱岩化。

深度 1,420~1,500m 包含有体积含量 20~30% 的固结了的黑色断层粘土。

##### 2) 蚀变性状

在深度 180m 及 210m 处有显著的硅化蚀变, 原岩不明确。基质里形成有直径小于 0.3mm 的晶洞和孔隙。在深度 1,300~1,600m 及 2,097.5m 处, 分布有幅度大于 0.1~1.5mm 的矿物脉(方解石, 石英, 萤石)。在深度 1,532.60m 处可见到结晶很好的石英(水晶)。

从薄片观察结果来看, 在深度 110~760m, 1,400~1,600m 处蚀变较强。

##### (2) ZK4002

ZK4002 井的显微镜观察结果见表 2-4-2。

##### 1) 岩石的分布

通过肉眼及薄片观察, 对 ZK4002 井的岩石分区如下:





表 2-4-2 ZK4002岩石薄片显微观察结果

No.	Sample				Sedimentary rock & accidental fragment										Igneous & Metamorphic rock										Remarks																																
	Depth (m)	Rock name	Crystal	Lithic	Texture	Main components/ Sporadic minerals					Groundmass/ Accessory mineral					Alteration minerals										E Alteration degree																															
			Qtz	Kfs	Ms	Zn	Rt	Msp	Vol	Shap	Size (um)	Rock type	Qtz	Pl	Kfs	Ms	Bt	Tur	Ap	Fl	Ort	Alp	En	Rt	Tin		Mn	Opq	Qtz	Kfs	Rc	Kfs	Sm	S/S	C/S	Sec	Chl	Alu	Min	Ep	Cal	Anh	Ab	Pl	Bk	Tin	Ani	Lx	Sp	Opq							
1	100	granite (008) sandstone (008)	○ ● ● ●	●	-	-	-	-	-	-	-	granitic clastic	○															○																				4-5	There is a little cavity in matrix.								
2	250	granite										granitic	○ ● ● ●					●										○	○																					3	A quartz-calcite vein and a chlorite-smeilite vein are present.						
3	900	catclastic (granite)										catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																					3-4	A quartz vein is present.						
4	925	catclastic (granite)										catclastic- mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																					4	A calcite vein has formed after mylonitization.						
5	975	catclastic (granite)										catclastic- mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																					4	A calcite vein has formed after mylonitization.						
6	1050	catclastic (granite)										catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																				4	A calcite vein has formed after fluorite-quartz veins are present.							
7	1100	mylonite (granite)										mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																						3	Calcite veins are present.					
8	1200	mylonite (granite)										mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																						3	Calcite veins are present.					
9	1300	mylonite (granite)										mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																							3	A calcite-chlorite vein are present.				
10	1398	mylonite (granite)										mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																						3						
11	1500	mylonite (granite)										mylonitic	○ ○ ○ ○															○	○																								2-3				
12	1550	moscovite granite										catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																							3					
13	1650	biotite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																							2	A sericite-chlorite-opaque mineral vein is present.				
14	1725	biotite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																							2	A sericite-chlorite-opaque mineral vein is present.				
15	1775	moscovite biotite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																							1-2	A calcite veins is present.				
16	1825	biotite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																									2			
17	1850	biotite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																									2	This rock is partly mylonitized.		
18	1900	biotite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																								1-2				
19	1950	moscovite granite										granitic- catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																										2		
20	2000	moscovite granite										catclastic	○ ○ ○ ○															○	○																											2	Small cavities are present.

(Abbreviations)

Qtz: Quartz, Rc: Rock crystal, Pl: Plagioclase, Kfs: Feldspar, Ms: Muscovite, Bt: Biotite, Or: Orthopyroxene, Tr: Troilite, Ap: Anorthite, Fl: Fluorite, Cr: Garnet, Alm: Almandine, Zn: Zircon, Rt: Rutile, Mn: Monazite, Opx: Opxene Minerals, Sm: Smeilite, S/S: Sinterstratified mineral of Sericite and Saecillite, C/S: Interstratified mineral of Chlorite and Saecillite, Sec: Sericite(Gilite), Chl: Chlorite, Alu: Alunite, Rtk: Koolinite, Ep: Epidote, Cal: Calcite, Anh: Anhydrite, Prk: Brookite, Tin: Titanite, Ani: Anatase, Lx: Leucosene, Sp: Sphalerite

(Volume)

30% < ● abundant  
10-30% ○ common  
3-10% ○ sporadic  
< 3% ● rare

(Alteration degree)

1: unaltered - very weak  
2: weak  
3: intermediate  
4: strong  
5: very strong

深度 0 ~16m: 第四系砂砾层

深度 489~616m: 花岗斑岩

深度 16~489m, 616~2,006.8m: 花岗岩

在花岗岩分布的地层, 深度 904~1,075m, 1,525~1,625m 及 1,975~2,006.8m 受到碎裂岩化, 在深度 1,075~1,525m 发生了糜棱岩化。另外, 在深度 1,625~1,975m, 部分发生了碎裂岩化。

## 2) 蚀变性状

在深度 100m 处, 基质中有孔隙形成。在深度 900~1,050m, 由于碎裂作用及蚀变作用, 原岩的结构不明确。在深度 1,650~2,000m 虽然受碎裂作用, 岩石还比较新鲜。

## (ii) X 射线分析

X 射线分析是为了查明由本钻井热液所引起的岩石的蚀变性状。

### (1) CJZK3001

CJZK3001 井的 X 射线分析结果见一览表 2-4-3, 蚀变带的蚀变矿物组合见表 2-4-4, 蚀变分带图如图 2-4-1 所示。

用 X 射线分析所鉴定的矿物如下所示:

粘土矿物: 高岭石, 蒙脱石, 绿泥石/蒙脱石混层矿物, 绿泥石, 绢云母/  
蒙脱石混层矿物, 绢云母

硅氧矿物: 磷石英, 石英

硅酸盐矿物: 斜长石, 钾长石, 白云母

碳酸盐矿物: 方解石, 白云石

硫酸盐矿物: 明矾石

硫化矿物: 黄铁矿

氧化矿物: 锐钛矿

根据调查结果, 对 CJZK3001 井进行了以下的蚀变分带:

明矾石带: 深度 0 ~130 m

高岭石带: 深度 130~242.5 m 及 295~315 m

混层粘土矿物带: 深度 315~442 m, 632.5~1,002 m 及 1,175~1,211 m

绿泥石-绢云母带: 深度 1,044~1,127 m, 1,150~1,175 m 及 1,211~  
2,254.5 m

表 2-4-3 CJZK3001X射线分析结果

Minerals Samples	Clay minerals						Silica minerals		Silicates				Carbonates		Sulfates Sulfides		Oxides
	Smectite	C/S*	Chlorite	S/S*	Sericite (Muscov)	Kaolinite	Quartz	Tridymite	Plagioclase	K-feldspar	Biotite	Calcite	Dolomite	Alunite	Pyrite	Anatase	
60m	0.0			0.3		1.7	31.2	4.8	0.7	1.3		1.3		2.7			
110m						18.3	65.4							0.3			
150m	0.0					25.8	34.3			1.1							
190m		3.3				0.8	49.2			0.5						0.5	
210m		0.6		0.3		0.5	44.7			0.5		0.5					
235m		1.2		0.0		0.3	59.2								1.2		
300m		1.4		0.2		0.3	54.9		0.4	2.0		0.6					
330m		0.5	0.9	0.3			44.4			8.4		0.6				0.7	
375m		0.3	1.0	0.7			49.7			7.2		0.7					
400m		1.3	0.6	0.7			32.9		2.6	16.6		0.6					
442m		1.3	1.3	0.6			34.0		0.9	17.7		1.2			0.3		
635m		2.9	1.3	0.4			35.9			20.7		1.7					
670m		3.0	1.7	0.5			34.3		1.8	42.2		1.3					
700m		2.7	1.2	0.4			35.0		4.7	18.3		1.4					
730m		2.3	1.6	0.7			28.1		1.0	18.7		1.0					
760m	0.0	1.8	0.8	0.4			28.9		2.1	12.9		1.4					
790m		0.9	1.4	0.6			42.4		3.7	9.0		1.2					
820m			4.0	1.4	2.9		32.1		2.5	7.3		1.4					
850m			0.7	0.9	2.6		44.6			4.2					0.3		
880m			3.4	1.1	4.1		44.6			5.4		0.8					
910m			4.0	0.8	2.7		41.1			9.2							
940m			3.9	0.5	1.4		43.8		1.5	7.6		1.5					
970m			1.9	0.1	1.1		40.5			14.8		1.5					
1,000m	0.6		1.5	0.7	1.7		46.8			6.5		1.2					
1,050m	0.0		0.8		1.3		32.2			3.7		1.8	1.2				
1,100m			1.6		2.5		43.0			4.9		1.6					
1,155m			1.3		2.7		48.9			9.4		1.9					
1,200m			2.2	0.6	1.4		43.2		9.2	1.4		1.6					
1,222.00m			2.6		3.2		40.9			7.1		1.9					
1,250m			1.9		2.5		41.6			9.3		1.6					
1,300m			1.8		2.8		39.5		0.5	6.7		1.6					
1,350m			3.0		3.7		34.8		3.0	11.1		2.7					
1,400m			2.3		3.4		32.0		1.9	6.6		3.4					
1,450m			2.5		3.9		38.9		1.3	5.6		2.3					
1,500m			2.1		2.2		34.6		5.6	5.1		3.6					
1,532.60m			1.7		4.3		25.7		9.0	6.8		1.6					
1,550m			0.6		0.7		13.2		3.8	3.0		1.1					
1,600m			1.2		1.3		24.4		9.9	9.2		1.2					
1,650m			1.0		0.5		27.8		10.3	6.9		0.5					
1,700m			0.5		1.4		29.1		13.6	13.2		1.1					
1,750m			0.6		1.0		31.9		13.9	15.6		0.6					
1,800m			0.7		1.2		30.9		17.2	17.5		0.8					
1,850m			1.8		3.2		35.2		17.5	19.2		0.7					
1,900m			0.8		2.4		37.2		11.8	13.8		1.0					
1,950m			1.2		1.7		36.7		20.7	13.7	2.2	0.9					
2,000m			1.5		2.0		53.2		30.4	35.1	6.1	0.8					
2,067.5m			0.8		6.2		47.6		13.4	14.0	0.8	0.9					
2,097.5m			1.8		2.1		35.4		14.1	16.2	0.7	1.2					
2,135m			1.2		1.6		37.6		22.3	22.9	2.2	0.6					
2,175m			1.3		1.4		40.3		16.9	18.4	1.0	0.8					
2,210m			1.6		1.8		39.0		20.5	26.8	2.9	0.7					
2,247.85m			1.1		1.5		35.6		24.7	46.1	3.1						

\* C/S : Interstratified mineral of Chlorite and Smectite, S/S : Interstratified mineral of Sericite and Smectite.

The values in this table show Quartz Index (QI),  $QI = I_m / I_q \times 100$ ,

$I_m$  : The strongest X-ray intensity of a mineral in the examined sample

$I_q$  : The strongest X-ray intensity of pure Quartz.



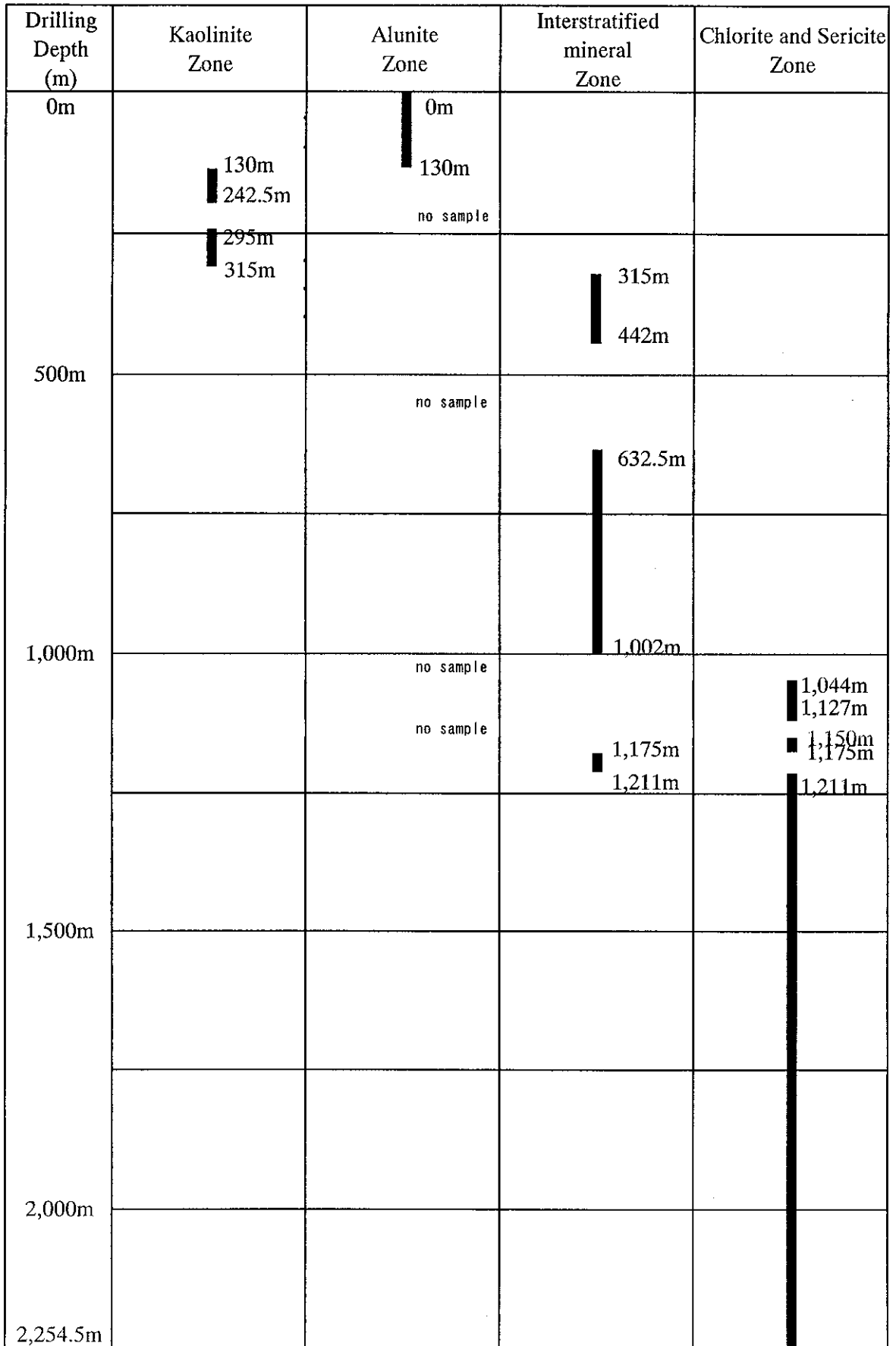


图 2-4-1 CJZK3001 蚀变分带图

斜长石斑晶几乎完全消失的热液蚀变强烈部位，分布在深度 60~375 m，442 m，635 m，850~910 m，970~1,155 m，1,222~1,300 m。

## (2) ZK4002

ZK4002 的 X 射线分析结果一览表，蚀变带的蚀变矿物组合分别见表 2-4-5，2-4-6，蚀变分带图见图 2-4-2。

X 射线分析所鉴定的矿物如下所示：

粘土矿物：高岭石，蒙脱石，绿泥石，绢云母/蒙脱石混层矿物，绢云母

硅氧矿物：石英

硅酸盐矿物：斜长石，钾长石，黑云母，白云母

碳酸盐矿物：方解石

硫酸盐矿物：明矾石，重晶石

硫化矿物：黄铁矿

氧化矿物：锐钛矿

根据调查结果，对 ZK4002 井进行了以下的蚀变分带：

明矾石带：深度 0~175m

高岭石带：深度 175~275m

混层粘土矿物带：深度 275~300m

绿泥石-绢云母带：深度 900~2,000m

斜长石斑晶几乎完全消失的热液强蚀变部位，分布在深度 100~200m 及 900m 附近。在深度 1,075~1,100m，斜长石大部分发生了蚀变。

## (iii) 流体包裹体的测定

流体包裹体的测定是为了查明地层中包裹体的温度及盐浓度。

### (1) CJZK3001

CJZK3001 井的流体包裹体的测定结果见表 2-4-7，深度-均一化温度分布图见图 2-4-3，均一化温度分布和盐浓度相关图见图 2-4-4。

#### 1) 流体包裹体的特征

在深度 60~150 m 处主要以液态单相包裹体为主，一部分液相包裹体被确认。

在深度 190~2,247.85 m 处以液相包裹体为主，其中在深度 880 m，1,155 m，1,200 m，1,350 m 及 1,750~1,850 m 处确认出含有液态 CO<sub>2</sub> 的包裹体。在深度 1,750~1,850 m 处确认了少量的气相包裹体。

表 2-4-5 ZK4002X射线分析结果

Minerals Samples	Clay minerals					Silica minerals	Silicates			Carbonates	Sulfates		Sulfides	Oxides
	Smectite	Chlorite	S/S*	Sericite (Muscovite)	Kaolinite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Biotite	Calcite	Alunite	Barite	Pyrite	Anatase
100m	0.1			0.8	10.6	64.0		1.9			2.6		0.2	
150m			0.5	0.7	0.3	39.9	0.6	12.0		1.6	1.7		0.3	0.5
200m			0.6	0.9	5.3	45.9	0.6	5.9		0.9			1.0	0.5
250m		1.0	0.3	0.6	0.0	55.9	8.2	20.8		0.8			0.2	
300m		1.4	0.8	0.9		36.9	4.6	23.6		0.7				
900m		1.1		2.6	0.2	38.5	1.0	1.7		3.0				
925m		0.9		2.2		30.8	9.2	7.6		2.0			0.4	
950m	0.0	1.5		1.2		19.3	11.7	7.8		2.8				
975m		2.2		1.5		21.5	10.1	8.7		2.5				
1,000m		1.4		1.5		42.8	5.3	6.2		1.9			7.2	
1,025m		0.5		2.4		19.8	4.6	3.0	0.0	1.6		0.6	0.0	
1,050m		0.8		1.5		45.9	4.6	4.4		1.8			0.4	
1,075m		0.4		3.1		39.4	2.8	3.8	0.0	2.2			0.2	
1,100m		0.4		3.6		41.3	2.5	4.3		1.9				
1,150m		0.4		5.1		33.3	4.5	4.3		2.3			0.4	
1,200m		0.4		2.7		35.2	7.0	4.8		1.5				
1,250m		0.6		1.8		33.1	6.2	2.8	0.0	1.4		0.5		
1,300m		0.8		1.5	0.0	23.0	7.1	6.4	0.1	0.9		2.1		
1,350m		1.1		1.5		21.5	13.8	6.9	0.2	0.5				
1,398m		1.4		1.7		36.4	13.3	14.0	1.2	0.8			1.6	
1,450m		1.0		1.0		23.2	9.9	9.7	0.8	0.7				
1,500m		1.4		2.2		38.6	13.1	17.4	1.2	1.0				
1,550m	0.0	1.3		1.9		27.2	10.1	7.3	0.6	0.9				
1,600m	0.0	1.3		1.7		33.9	10.9	16.0	0.9	0.8				
1,650m	0.0	1.2		1.1		27.1	13.0	14.6	2.5					
1,700m		1.0		1.2		29.7	13.3	13.3	4.6					
1,725m	0.0	1.0		1.7		25.2	14.3	14.0	4.2					
1,750m	0.0	0.8		1.0		26.1	11.1	15.6	2.8					
1,775m	0.0	1.0		1.6		24.8	15.0	13.3	3.7					
1,800m	0.0	0.8		2.1		31.3	17.2	20.8	3.5	0.5				
1,825m		0.9		1.3		24.0	19.4	13.1	7.0					
1,850m	0.0	1.0		1.2		26.7	16.7	21.0	4.2					
1,875m	0.0	0.8		0.8		20.1	10.4	22.7	6.4	0.3				
1,900m		1.7		1.2		34.2	14.2	29.1	3.4	0.5			0.4	
1,925m	0.0	1.5		1.7		25.9	17.9	23.2	5.0	0.4				
1,950m	0.0	1.4		2.5		23.8	11.8	18.5	1.1	0.8				
1,975m		1.3		2.7		21.4	18.7	25.9	2.0					
2,000m		1.7		2.5		27.5	15.1	27.9	2.2	0.5				

\* C/S : Interstratified mineral of Chlorite and Smectite, S/S : Interstratified mineral of Sericite and Smectite.

The values in this table show Quartz Index (QI).  $QI = I_m / I_q \times 100$ ,

$I_m$  : The strongest X-ray intensity of a mineral in the examined sample

$I_q$  : The strongest X-ray intensity of pure Quartz.



表 2-4-6 ZK4002 蚀变矿物组合表

Zones Minerals	Kaolinite Zone	Alumite Zone	Interstratified mineral Zone	Chlorite and Sericite Zone
Smectite		■ ■ ■ ■ ■		
Interstratified mineral of Sericite and Smectite	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	
Sericite	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Chlorite	■ ■ ■ ■ ■		■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Kaolinite	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■		
Alumite		■ ■ ■ ■ ■		
Quartz	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Calcite	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Barite	■ ■			
Pyrite	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
Anatase	■ ■	■ ■ ■ ■ ■		

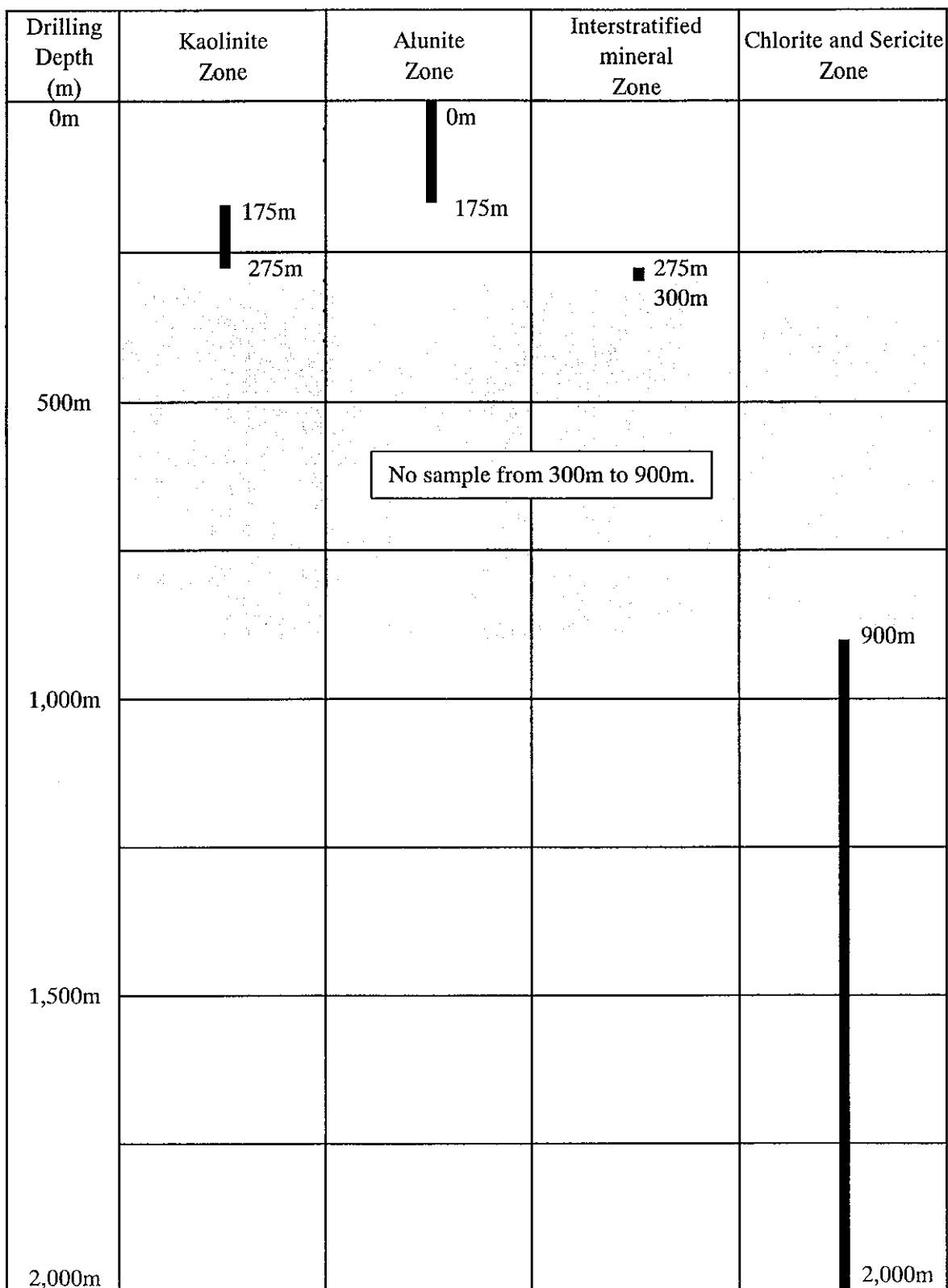


图 2-4-2 ZK4002 蚀变分带图

表 2-4-7 CJZK3001 流体包裹体试验结果一览

depth(m)	mineral	occurrence	Th(L-V)			Tm(ice)			Salinity			remarks				
			N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N		Min	Max	Av	
60	Quartz	phenocryst	20	87	275	163	7	-0.6	-0.3	-0.6	7	0.5	1.1	1.0	Monophase liquid inclusions are observed.	
110	Quartz	phenocryst	20	87	250	137	6	-2.1	-0.5	-1.2	6	1.0	3.7	2.1		Monophase liquid inclusions are observed.
150	Quartz	phenocryst	24	116	196	130	3	0.0	0.0	0.0	3	0.0	0.0	0.0		Monophase liquid inclusions are observed.
190	Quartz	phenocryst	22	154	188	158	14	-1.2	-0.5	-0.7	14	0.9	2.1	1.3		
235	Quartz	phenocryst	21	158	243	179	21	-0.5	-0.1	-0.3	21	0.2	0.9	0.5		
300	Quartz	phenocryst	21	155	181	163	20	-1.2	-0.5	-0.8	20	0.9	2.1	1.4		
375	Quartz	phenocryst	20	161	239	188	20	-0.6	-0.5	-0.6	20	0.9	1.1	1.0		
400	Quartz	phenocryst	22	158	183	162	22	-0.8	-0.6	-0.7	22	1.1	1.4	1.2		
442	Quartz	phenocryst	26	156	238	186	25	-0.8	0.0	-0.5	25	0.0	1.4	0.9		
635	Quartz	phenocryst	20	154	170	157	20	-3.7	-0.1	-0.7	20	0.2	6.0	1.3		
730	Quartz	phenocryst	21	156	252	184	21	-1.5	-0.6	-1.0	21	1.1	2.6	1.7		
820	Quartz	phenocryst	21	153	251	183	17	-0.6	0.0	-0.4	17	0.0	1.1	0.6		
880	Quartz	phenocryst	24	163	238	208	11	-1.9	0.0	-0.5	11	0.0	3.2	0.9	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.	
940	Quartz	phenocryst	20	169	216	199	19	-1.5	-0.6	-0.8	19	1.1	2.6	1.5		
1000	Quartz	phenocryst	20	158	210	197	20	-1.1	-0.2	-0.6	20	0.4	1.9	1.0		
1050	Quartz	phenocryst	21	174	226	197	21	-3.9	-0.7	-2.4	21	1.2	6.3	4.1		
1100	Quartz	phenocryst	23	211	236	222	22	-3.3	0.0	-0.5	22	0.0	5.4	0.9	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.	
1155	Quartz	phenocryst	21	220	264	241	21	-0.9	-0.2	-0.5	21	0.4	1.6	0.9	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and a liquid CO <sub>2</sub> -halite-bearing inclusion are observed in this depth.	
1200	Quartz	phenocryst	20	216	263	234	20	-0.3	0.0	-0.2	20	0.0	0.5	0.3		
1222	calcite	vein	20	246	265	255	18	-1.6	-0.9	-1.2	18	1.6	2.7	2.0		
1250	calcite	phenocryst	17	236	251	245	17	-1.1	-1.0	-1.1	17	1.7	1.9	1.9		
	calcite	vein	3	245	253	250	3	-1.0	-0.7	-0.9	3	1.2	1.7	1.5		
1300	Quartz	phenocryst	15	151	261	243	15	-1.4	-0.1	-0.5	15	0.2	2.4	0.9		
	calcite	vein	6	201	258	219	6	-0.8	-0.7	-0.7	6	1.2	1.4	1.3		
1350	Quartz	phenocryst	23	226	270	246	10	-0.6	0.0	-0.3	10	0.0	1.1	0.5	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.	
1400	Quartz	phenocryst	20	244	260	251	19	-0.8	-0.2	-0.4	19	0.4	1.4	0.6		
1450	Quartz	phenocryst	20	236	274	253	16	-1.4	-0.2	-0.9	16	0.4	2.4	1.6		
1500	Quartz	vein or druse	13	259	303	274	13	-0.7	-0.3	-0.5	13	0.5	1.2	0.9		
	calcite	vein	8	225	243	235	8	-0.3	-0.3	-0.3	8	0.5	0.5	0.5		
1532.6	Fluorite	vein	17	207	242	232	14	-0.1	0.0	-0.1	14	0.0	0.2	0.1		
	Quartz	vein	5	274	276	275	4	-0.3	-0.2	-0.3	4	0.4	0.5	0.4		
1550	Quartz	vein or druse	14	273	293	283	14	-1.1	-0.7	-0.9	14	1.2	1.9	1.6		
1600	Quartz	phenocryst	6	241	304	266	2	-0.9	-0.9	-0.9	2	1.6	1.6	1.6		
1650	Quartz	phenocryst	20	261	273	268	15	-1.5	-1.2	-1.4	15	2.1	2.6	2.4		
1700	Quartz	phenocryst	23	275	306	282	20	-2.1	-0.3	-0.5	20	0.5	3.5	0.9		
1750	Quartz	phenocryst	21	277	287	284	15	-0.5	-0.2	-0.4	15	0.4	0.9	0.8		
1800	Quartz	phenocryst	13	287	294	291	8	-2.3	-1.2	-1.9	8	2.1	3.9	3.2	Many liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and vapor rich inclusions are observed in this depth. 7 inclusions show Th>340°C.	
1850	Quartz	phenocryst	22	245	280	256	22	-1.3	0.0	-0.8	22	0.0	2.2	1.5	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and vapor-rich inclusions are observed in this depth.	
1900	Quartz	phenocryst	21	267	306	279	10	-1.9	-0.3	-0.9	10	0.5	3.2	1.6	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and vapor-rich inclusions are observed in this depth.	
1950	Quartz	phenocryst	21	270	323	292	11	-1.2	-0.7	-1.1	11	1.2	2.1	1.9		
2000	Quartz	phenocryst	25	263	299	289	4	-1.6	-1.4	-1.5	4	2.4	2.7	2.6		
2067.5	Quartz	phenocryst	20	265	293	270	10	-0.9	-0.7	-0.8	10	1.2	1.6	1.4		
2097.5	Quartz	phenocryst	20	284	294	291	20	-1.7	-0.3	-1.0	20	0.5	2.9	1.8		
2135	Quartz	phenocryst	20	275	298	291	11	-2.8	-1.4	-1.7	11	2.4	4.6	2.9		
2175	Quartz	phenocryst	20	274	287	279	19	-2.1	-0.5	-1.2	19	0.9	3.5	2.1		
2210	Quartz	phenocryst	24	270	291	282	24	-1.2	-0.7	-0.9	24	1.2	2.1	1.5		
2247.85	Quartz	phenocryst	20	277	299	287	20	-3.2	-0.4	-1.3	20	0.7	5.3	2.2		

N: number; Min: minimum; Max: maximum; Av: average

Th(L-V): disappearance temperature of bubble in liquid-rich inclusion

Tm(ice): final melting temperature of ice

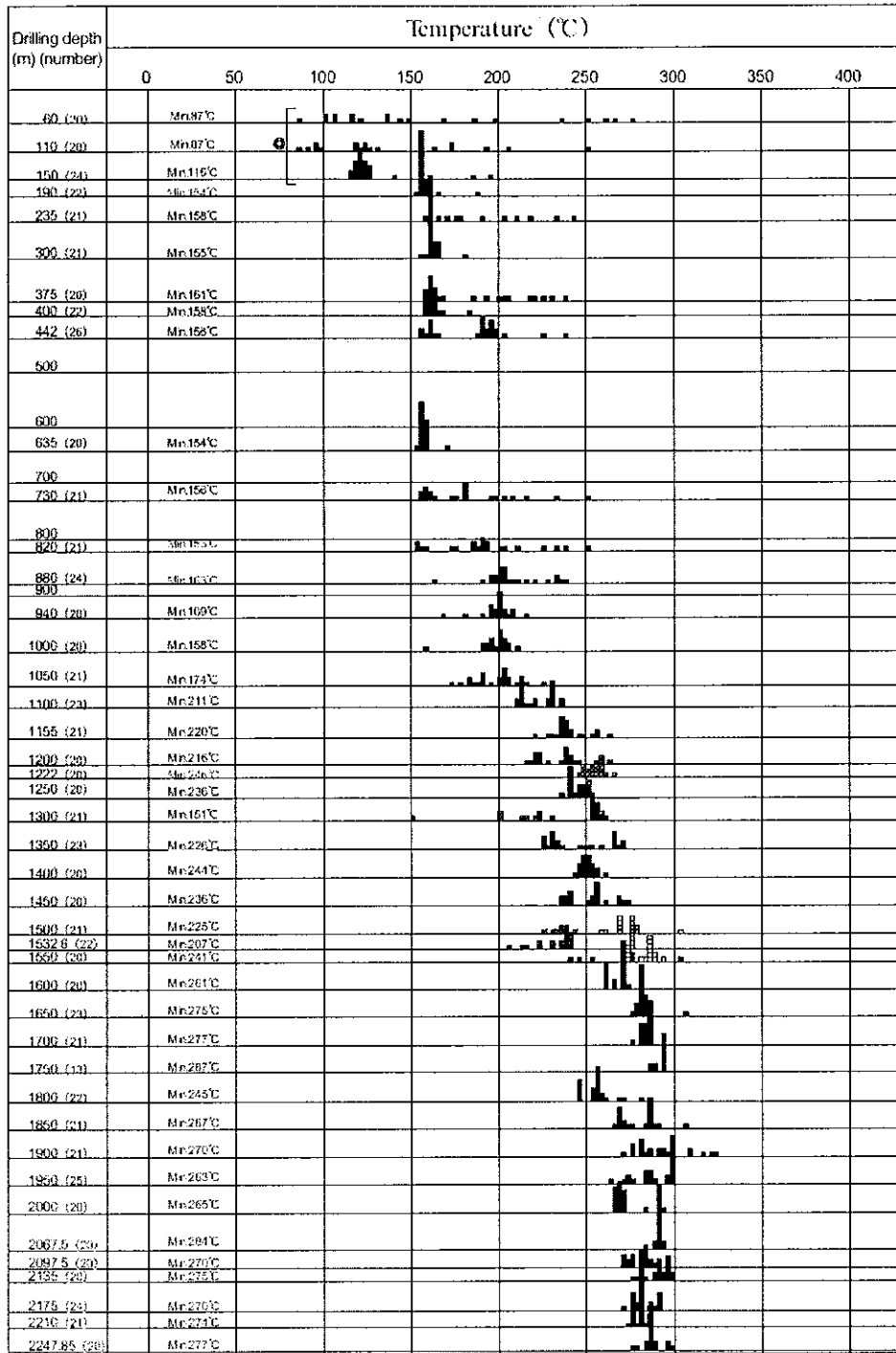
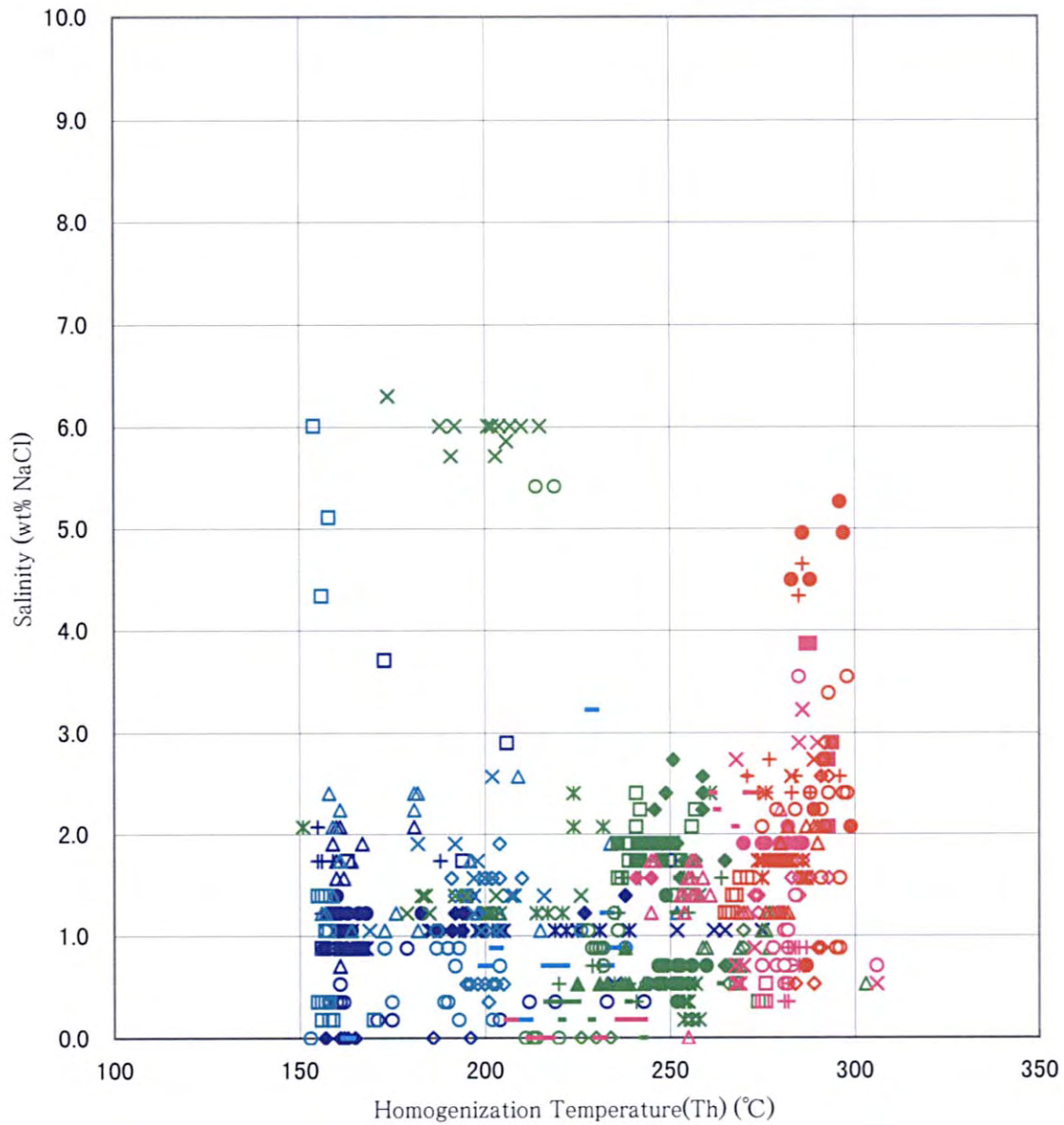


图 2-4-3 CJZK3001 深度—均—化温度分带图



×60m	□110m	◇150m	+190m	○235m	△300m	×375m	●400m
◆442m	□635m	△730m	○820m	—880m	×940m	◇1000m	×1050m
○1100m	+1155m	-1200m	◆1222mC	■1250m	—1250mC	×1300m	◇1350m
●1400m	□1450m	△1500m	▲1500mC	—1532.6mF	□1532.6mR	◆1550m	◇1550mR
-1600m	○1650m	+1700m	■1750m	△1800m	×1850m	●1900m	×1950m
□2000m	◇2067.5m	+2097.5m	○2135m	△2175m	×2210m	●2247.85m	

1250mC: calcite, 1500mC: calcite, 1550mR: rock crystal  
 1532.6mF: Fluorite, 1532.6mR: Rock crystal, 1550mR: Rock crystal

图 2-4-4 CJZK3001 流体包裹体的均一化温度与盐浓度的相关图

## 2) 深度-均一化温度分布

从图 2-4-3 可以判明以下几点：

在深度 60~190 m 之间，最低均一化温度急剧上升 (87→154℃)。

在深度 190~1,000 m 之间，显示出最低均一化温度几乎为恒温 (160℃左右)

到深度 1,000~1,100 m 之间，温度又急剧上升 (158→211℃)。

在深度 1,100~1,750 m 之间，随着深度的增加均一化温度也有上升的趋势，测定显示在深度 1,750m 以下到 2,247.85 m 深处，温度几乎恒定，大约为 270℃。

## 3) 均一化温度与盐浓度的关系

从图 2-4-4 可以判明：

在深度 635 m, 1,050 m, 1,100 m, 2,097.5 m, 2,247.85 m 处，分布有重量 4% 以上的流体包裹体。在其他深度，盐浓度大体与均一化温度无关，大约集中在重量的 0~3% 的范围内。

## (2) ZK4002

流体包裹体的测定结果见表 2-4-8，深度-均一化温度分布图见图 2-4-5，均一化温度分布和盐浓度相关图见图 2-4-6。

### 1) 包裹体的特征

深度 100~200m 处液相包裹体与液态单相包裹体被确认。

深度 250~2,000m 以液相包裹体为主，其中在深度 1,250m, 1,300m, 1,398m 及 1,500m 处确认了含有液态 CO<sub>2</sub> 的包裹体。

### 2) 深度-均一化温度分布

从图 2-4-5 判明了以下几点：

在深度 200~250m 之间，最低均一化温度急剧上升 (104→157℃)。

在深度 250~300m 及 900m 处，显示出最低均一化温度几乎为恒温 (大约 160℃)。

在深度 900m 以下，均一化温度随着深度的增加也显示有大体上升的趋势。在深度 1,500m 以下，最低均一化温度大约在 250℃ 以上。但是，在深度 1,875m 处，查明温度为 200~241℃，代表较低均一化温度的石英 (水晶) 存在。

### 3) 均一化温度与盐浓度的关系

从图 2-4-6 可以说明：

整体来看，随着深度的增加，有高盐浓度的流体包裹体出现。从均一化温度与

表 2-4-8 ZK4002 流体包裹体试验结果一览表

Depth (m)	Mineral	Occurrence	Th (°C)			Tm (ice)			Th (CO <sub>2</sub> )			Tm (CO <sub>2</sub> )			Tm (Clath)			Salinity			Remarks	
			N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N	Min		Max
100	Quartz	phenocryst	20	137	222	180	18	-0.3	0.0	-0.3								18	1.0	0.5	0.4	Monophase liquid inclusions are observed.
150	Quartz	phenocryst	20	131	219	144	1	0.0	0.0	0.0								1	0.0	0.0	0.0	Monophase liquid inclusions are observed.
200	Quartz	phenocryst	20	104	207	158	13	-0.1	0.0	0.0								13	0.0	0.2	0.0	Monophase liquid inclusions are observed.
250	Quartz	phenocryst	20	157	206	177	20	-2.5	0.0	-0.4								20	0.0	4.2	0.7	
300	Quartz	phenocryst	20	157	191	168	20	-0.8	0.0	-0.5								20	0.0	1.4	0.9	
900	Quartz	phenocryst	20	162	236	199	20	-1.5	-0.6	-0.8								20	1.1	2.6	1.3	
950	Quartz	phenocryst	20	226	278	249	20	-1.7	-0.5	-1.2								20	0.9	2.9	2.0	
950	Quartz	phenocryst	25	220	264	241	22	-1.8	0.0	-0.5								22	0.0	3.1	0.9	
975	Quartz	phenocryst	26	225	267	239	27	-1.3	-0.2	-0.3								27	0.4	2.2	0.6	
1000	Quartz	phenocryst	20	146	223	177	9	-1.4	-0.9	-1.2								9	1.6	2.4	2.0	
1025	Quartz	phenocryst	21	209	235	218	23	-1.0	-0.4	-0.6								23	0.7	1.7	1.1	
1050	Quartz	phenocryst	21	201	239	215	21	-0.3	0.0	-0.1								18	0.0	0.5	0.2	
1075	Quartz	phenocryst	21	214	250	230	24	-2.5	0.0	-0.8								24	0.0	4.2	1.4	
1100	Quartz	phenocryst	20	162	252	213	20	-1.6	-0.9	-1.2								18	1.6	2.7	2.1	
1150	Quartz	phenocryst	21	197	226	213	21	-0.3	-0.1	-0.2								18	0.2	0.5	0.3	
1200	Quartz	phenocryst	20	201	236	222	20	-0.3	-0.1	-0.2								18	0.2	0.5	0.4	
1250	Quartz	phenocryst	22	241	282	251	25	-2.6	-0.4	-0.9								25	0.7	4.3	1.5	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
1300	Quartz	phenocryst	18	194	260	215	15	-0.5	0.4	--								8	0.2	0.9	0.4	Salinity is calculated from Tm(ice) which is less than zero.
1350	Quartz	phenocryst	4	242	317	283	--	--	--	--								3	57.5	-57.4	-57.5	liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions
1368	Quartz	phenocryst	20	203	281	248	19	-2.0	-0.5	-1.3								3	5.2	5.4	5.3	
1450	Quartz	phenocryst	22	246	282	264	13	-2.4	-0.1	-0.8								19	0.9	3.4	2.3	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
1500	Quartz	phenocryst	20	215	266	231	19	-2.4	-1.0	-1.5								13	0.2	4.0	1.5	
1550	Quartz	phenocryst	19	256	282	265	11	-2.5	-1.4	-1.8								19	1.7	4.0	2.6	
1600	Quartz	phenocryst	3	272	302	286	--	--	--	--								1	29.0	29.0	29.0	Five fluid inclusions have a solid which doesn't dissolve less than 350°C.
1600	Quartz	phenocryst	20	233	306	271	13	-3.1	-0.6	-1.8								1	2.4	4.2	3.1	
1650	Quartz	phenocryst	20	252	307	279	15	-3.5	-0.5	-1.3								2	2.4	3.2	2.8	
1700	Quartz	phenocryst	20	272	289	276	14	-1.2	-0.8	-0.9								13	1.1	5.1	3.1	
1725	Quartz	phenocryst	21	263	307	279	14	-5.6	-2.6	-3.3								15	0.9	5.7	2.2	
1750	Quartz	phenocryst	20	267	305	284	11	-4.9	-1.0	-3.0								14	1.3	8.7	5.5	
1775	Quartz	phenocryst	22	247	286	260	22	-4.1	-1.1	-1.6								11	1.7	7.7	5.0	
1800	Quartz	phenocryst	23	266	303	277	18	-0.6	-0.4	-0.5								22	1.9	6.6	2.7	
1825	Quartz	phenocryst	20	270	297	279	18	-3.1	-2.1	-2.9								18	0.7	1.1	0.9	
1850	Quartz	phenocryst	13	246	299	259	13	-3.8	-0.6	-1.9								20	1.2	3.2	1.8	
1875	Quartz	phenocryst	9	282	288	286	9	-0.3	-0.2	-0.2								18	3.5	5.1	4.7	
1900	Quartz	phenocryst	11	264	287	279	11	-2.7	-0.2	-1.3								13	1.1	6.2	3.2	
1925	Quartz	phenocryst	12	200	241	220	12	-2.1	-1.2	-1.6								9	0.4	0.5	0.4	
1950	Quartz	phenocryst	21	267	293	288	21	-3.0	-2.1	-2.6								11	0.4	4.5	2.2	
1975	Quartz	phenocryst	20	280	285	283	13	-0.4	-0.1	-0.3								12	2.1	3.5	2.7	
2000	Quartz	phenocryst	20	259	347	289	19	-1.3	-0.8	-1.0								21	3.5	5.0	4.4	
2000	Quartz	phenocryst	23	255	289	282	22	-0.6	-0.1	-0.3								13	0.2	0.7	0.6	
2000	Quartz	phenocryst	21	287	299	292	8	-2.5	-0.8	-1.4								19	1.4	2.2	1.7	

--: non determined N: number, Min: minimum, Max: maximum, Av: average  
 Th(L-V): disappearance temperature of vapor phase in liquid-rich inclusion  
 Tm(ice): final melting temperature of ice  
 Th(CO<sub>2</sub>): homogenization temperature into CO<sub>2</sub> liquid phase or vapor phase  
 Tm(CO<sub>2</sub>): CO<sub>2</sub> solid melting temperature  
 Tm(Clath): CO<sub>2</sub> clathrate melting temperature

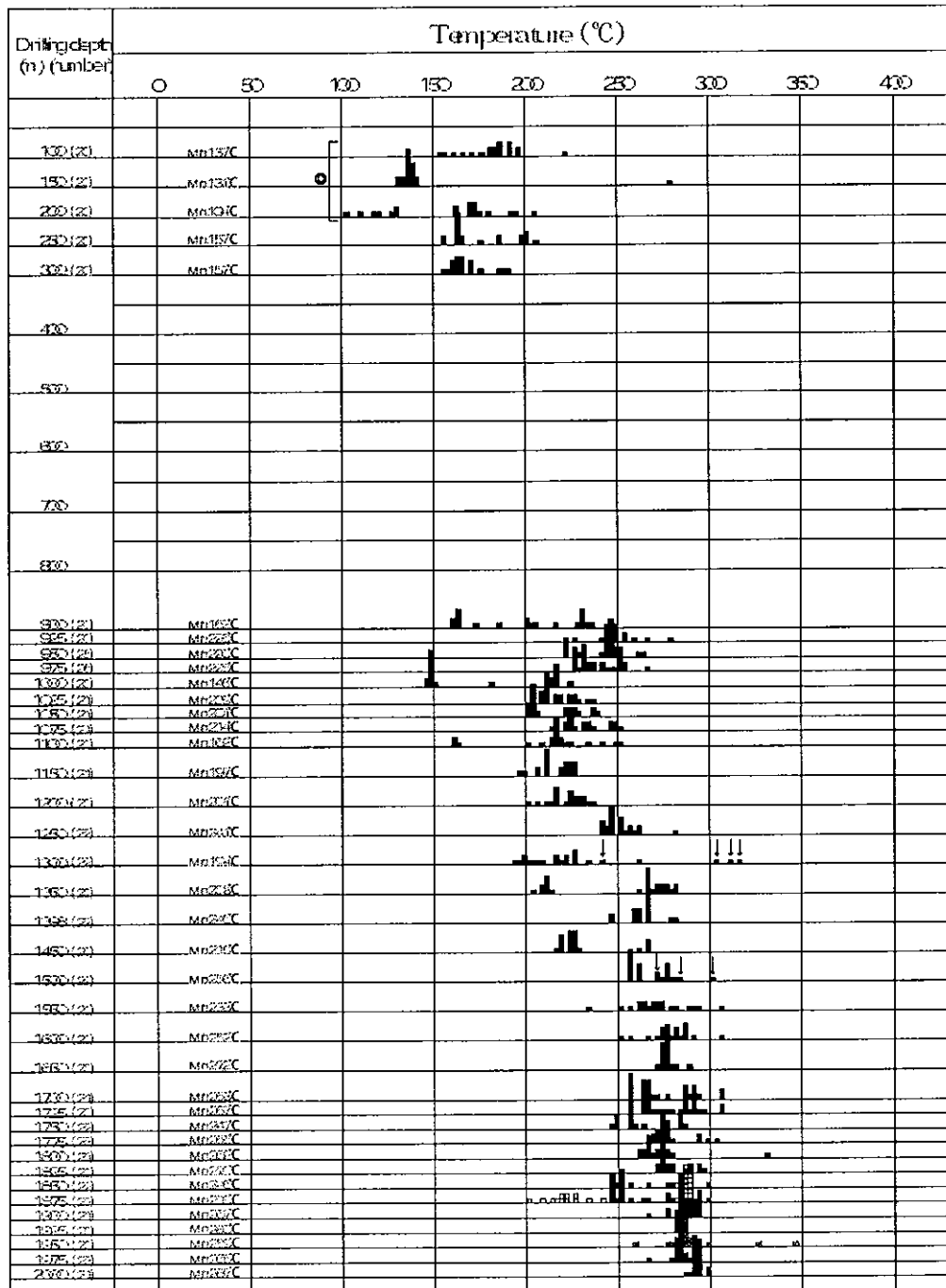


图 2-4-5 ZK4002 深度—均—化温度分布图



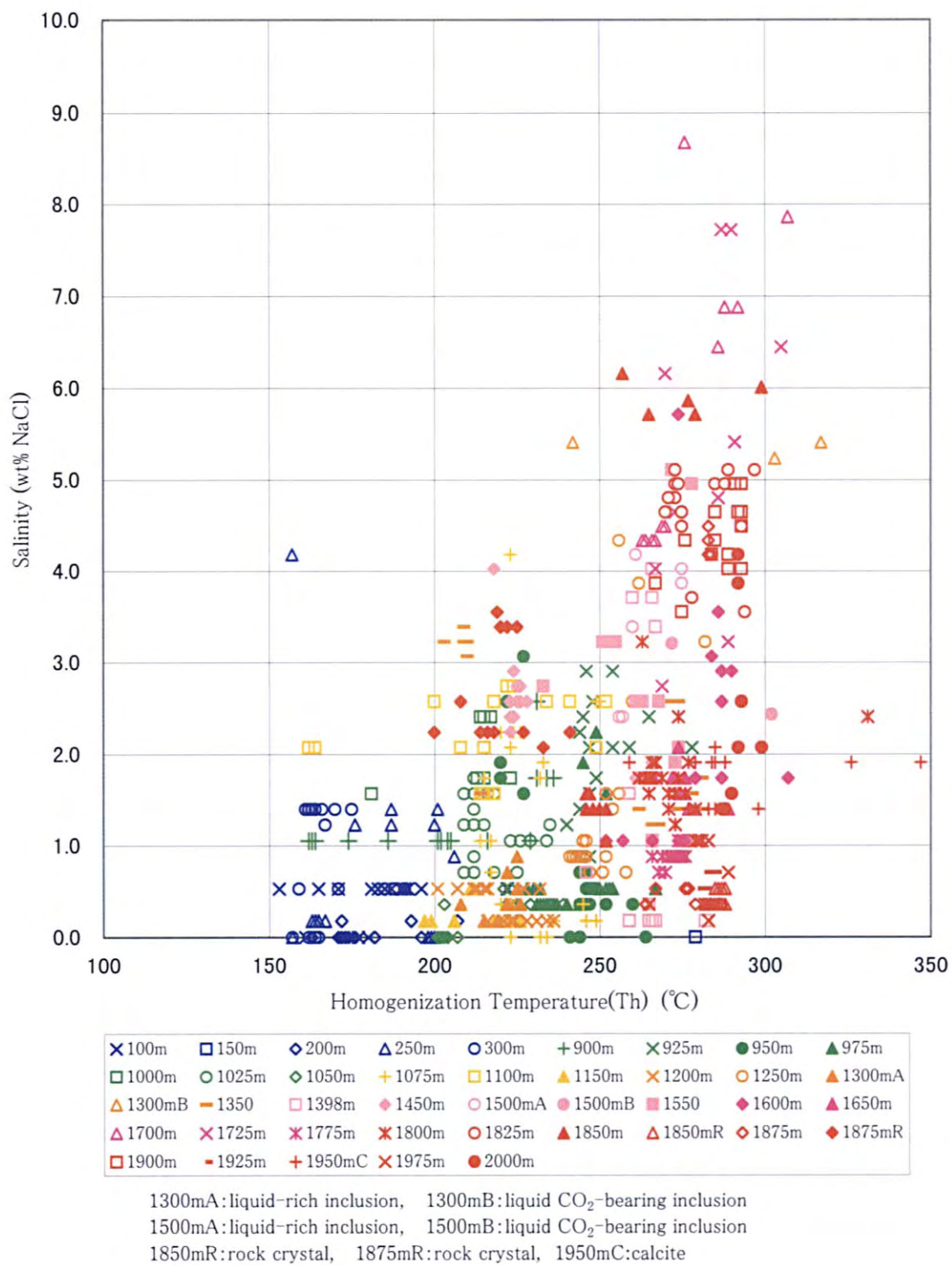


图 2-4-6 ZK4002 流体包裹体的均一化温度与盐浓度的相关图

盐浓度的关系来看，均一化温度在 200℃ 以下时，盐浓度大约占总重量的 0~2%；200~250℃ 时，大约占 0~4%；250~300℃ 时，大约占 0~9%；300℃ 以上时大约占 1~8%。

#### (iv) 岩芯物性试验

对 CJZK3001 井采取的岩芯 (No. 1~3) 实施了，①密度·孔隙率测定，②热传导率测定，③比热测定。①是根据日本建设省土木试验标准「岩石的密度·含水比·饱和度·有效孔隙率·吸水率的试验方法 (KDK S 0501-1968)」进行试验的，②是以「非定常法 (JIS R 2616 以耐火断热砖的热线法进行热传导率的试验方法)」进行了试验，③是以青木丰松著「铝合金熔融前后的比热测定」(1997)为标准进行了试验。没进行渗透率测定试验，原因是没能取得适合试验的岩石试件。

密度·孔隙率，热传导率及比热的测定结果分别见表 2-4-9~11。

##### (1) 密度

湿润(强制)状态下，岩芯 No. 1 (深度 1222.2-1222.8m: 花岗斑岩) 的密度为 2.58g/cm<sup>3</sup>，岩芯 No. 2 (深度 1532.6-1533.3: 花岗岩糜棱岩) 的密度为 2.59g/cm<sup>3</sup>，岩芯 No. 3 (深度 2247.85-2248.3m: 花岗岩) 的密度为 2.59g/cm<sup>3</sup>，随着深度的增加密度几乎没有变化。自然状态下，岩芯 No. 1 的密度为 2.55g/cm<sup>3</sup>，岩芯 No. 2 的密度为 2.57g/cm<sup>3</sup>，岩芯 No. 3 的密度为 2.58g/cm<sup>3</sup>，湿润(强制)状态下，岩芯 No. 1 的密度为 2.53g/cm<sup>3</sup>，岩芯 No. 2 的密度为 2.57g/cm<sup>3</sup>，岩芯 No. 3 的密度为 2.58g/cm<sup>3</sup>，在深部密度略大一点，不过没有太明显的差异。这里所用岩芯均为花岗岩质岩石，由于主要造岩矿物的比重一样致使密度也几乎相同。(表 2-4-12)。

##### (2) 孔隙率

岩芯 No. 1~3 的有效孔隙率分别为 4.66%，2.74%，1.14%，随深度的增加而降低。表 2-4-12 表明，岩芯 No. 1 受热液蚀变较强，从周围发生的泥浆全部漏失判断，地层内由于断层的活动形成了细微的裂隙，受热液蚀变的影响矿物也有溶出，从而使岩石的有效孔隙率增大。岩芯 No. 3 是新鲜的岩石，与有效孔隙率较小相一致。岩芯 No. 2 比岩芯 No. 1 的热液蚀变要弱，在显微镜下观察到了具有开口的裂隙。由此推测，岩芯 No. 2 比岩芯 No. 3 具有较大的有效孔隙率。

##### (3) 热传导率

岩芯 No. 1、No. 2、No. 3 的热传导率分别为 7.914cal/cm·s·℃、6.482cal/cm·s·℃、5.967cal/cm·s·℃。一般情况下，孔隙率越大，晶体颗粒越小，则热传导率就

表 2-4-9 密度、孔隙率测定结果

No	试样名	重量 (g)				重量差 (g)		密度 (g/cm <sup>3</sup> )			有效孔隙率 (%)
		W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub> -W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> -W <sub>4</sub>	天然状态	强制湿润	强制干燥	
1	① CJZK3001 岩心 No. 1 (1222-1222.8m)	57.00	34.91	56.28	55.97	22.09	1.03	2.55	2.58	2.53	4.66
2	② CJZK3001 岩心 No. 2 (1532.6-1533.3m)	51.22	31.48	50.78	50.68	19.74	0.54	2.57	2.59	2.57	2.74
3	③ CJZK3001 岩心 No. 3 (2247.85-2248.3m)	54.80	33.66	54.57	54.56	21.14	0.24	2.58	2.59	2.58	1.14

W1: 强制湿润下空气中重量, W2: 强制湿润下水中重量, W3: 天然状态下空气中重量, W4: 强制干燥状态下空气中重量