

表 2-4-13 CJZK3001 空气扬程用空压机规格

区 分	项 目	规 格	备 注
压缩机	制造厂家	泉州大华压缩机械有限公司	使用了 6 台
	型 号	VF-50/30	
	动 力	55 kW	
	喷出压力	3.0 MPa	
	喷出空气量	5.0 m <sup>3</sup> /min	
	总 重 量	1400 kg	
	出库年月日	04.10.25	
电动机	型 号	Y250M-4	
	额定电压	380V	
	额定电流	101A	
	额定输出功率	55KW	
	回 转 数	1480r. p. m	

了电力发动，运行很顺利。

### (3) 引喷作业经过

引喷作业经过详见表 2-4-14。

引喷作业的照片如图 2-4-23~25 所示。

#### 1) 11 月 17 日到 18 日

一边将钻杆从深度 223.5 m 渐渐地下到 293.5 m，一边实施空气扬程。每一回的送气时间从 11 分钟到 60 分钟，累计进行了 9 次作业。每次送气后 6-10 分钟的时间，井内的水大量喷出，可是之后却未能自喷，连续喷汽失败。

送气时，压缩空气、蒸汽、热水以混合状态从井口连续喷出，但是随着送气的停止，从井内喷出的热水也完全停止。送气时由压缩空气扬起并排出的热水的流量大概有 10-20m<sup>3</sup>/min。伴随着压缩空气的送入，几乎看不到岩屑及钻井用的泥浆喷出，但偶尔有碰到岩屑的声音，被排出的热液浑浊程度很低。

空压机的送气压力因钻杆的深度不同而不同，最大压力为 1.0~2.5MPa，正常压力为 0.5~0.9MPa。在送气稳定状态下压力基本不变，从送气压力脉动等现象看不出有引喷成功的征兆。

#### 2) 11 月 22 日到 23 日

从 17 日，18 日的引喷作业中没有发生自喷来看，钻杆下到深度 393.5 m 已达到了空压机容量的极限，延长送气时间试着进行了空气扬程。结果压缩空气、蒸汽、热水等混合体喷出状况，送气压力，热水扬起量等，同 17 日和 18 日的引喷情况基本一样，没有发现任何变化。在泥水排水沟末端，测得压缩空气扬起的热水温度为 75~79℃，并根据看到的蒸汽的喷出状况，推测井口的温度为当地海拔的沸腾温度 86℃左右，可是引喷没有成功。被扬起的热水随着连续时间的空气扬起变得很清，根本看不出井内深部有高温热水上升的征兆。

### (4) 引喷作业的结果

#### 1) 吸上来的热水的化学分析结果

对 11 月 23 日，24 日喷出的热水进行了取样，并在拉萨地热大队做了简单的化学分析。分析结果见表 2-4-15。和以往数据相比较，喷出的热水和浅部热储层的热水的浓度基本一样，也就是说喷出的热水主要是在深度 130~200m 左右从套管破损处流入井内的浅部热水，而从深部热储层上来的热水基本没有或者非常少。

表 2-4-14 CJZK3001 空气扬程引喷作业经过 (2004 年 11 月 17 日~24 日)

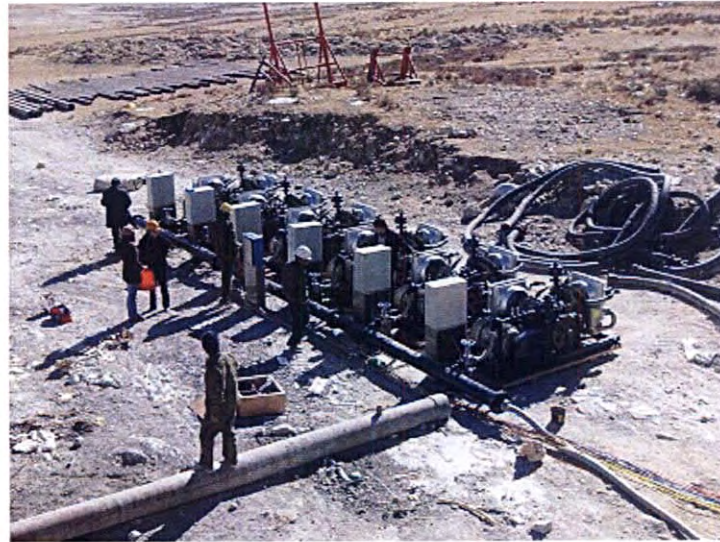
次数	月口	钻杆 深度 m	空压机送气				送气压力		喷气热液		备注
			开始时间	喷气开始	停止时间	送气时间	Max. kg/cm <sup>2</sup> G	Nor. kg/cm <sup>2</sup> G	流量 m <sup>3</sup> /h	温度 ℃	
1	11/17	223.5	16:04	16:10	16:15	0:11	11		約20		
2		223.5	16:20	16:26	16:35	0:15	10	6	"		
3		308	17:05	17:15	17:23	0:18	18	5	"		
4		308	17:35	17:38	17:46	0:11	15	6	"		
5	11/18	308	10:30	10:40	10:50	0:20	17	5	"		
6		308	11:00	11:09	11:27	0:27	16	5	"		
7		365	12:00	12:11	13:00	1:00	24	8	"		
8		365	15:20	15:30	15:45	0:25	22	8	"		
9		393.5	16:08	16:20	17:00	0:52	25	9	"		
10	11/22	393.5	12:15	12:30	13:00	0:45	25	9	"	75	
11		393.5	15:15	15:25	16:30	1:15	25	9	"	79	
12	11/23	393.5	11:50	12:03	13:00	1:10	25	9	"	78	热液取样
13		393.5	15:15	15:27	16:30	1:17	25	9	"	75	"
14	11/24	393.5	12:10	12:22	16:37	4:27	23	9	"	75~72	"

注) ①开始前水位: 100m

②喷出热液的温度是在泥水排水沟下部测量的



钻机前安装了高压空压机。



高压空压机 6 台并列排放。空压机由电动机带动。

图 2-4-23 CJZK3001 引喷作业 (1)

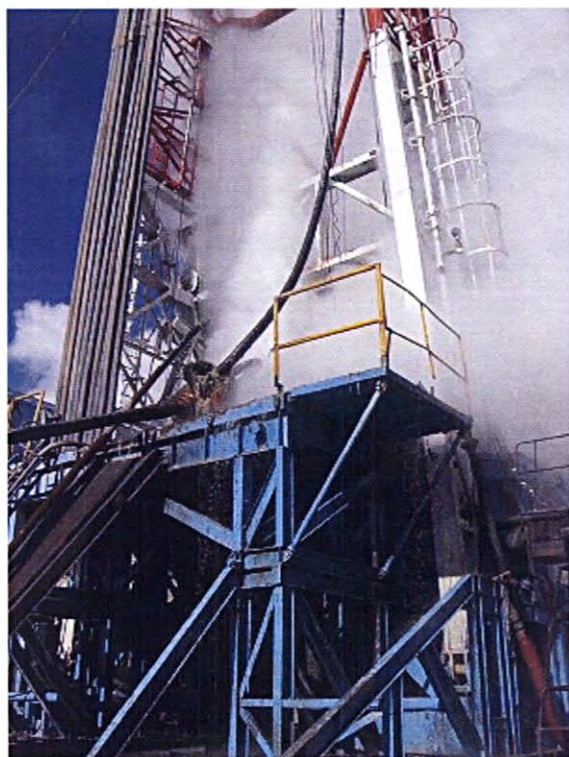


钻机和引喷的全景：用空压机向井内送入高压空气后，井口开始喷出蒸汽和热水。



不久之后，开始有猛烈的蒸汽和热水喷出。

图 2-4-24 CJZK3001 引喷作业 (2)



蒸汽、热水喷出时井口附近的情形



钻机和引喷的远景

图 2-4-25 CJZK3001 引喷作业 (3)

表 2-4-15 CJZK3001 引喷时喷出热液的化学分析结果

ZK3001 引喷时喷出热液的分析结果

试样采取日期 (时间)	pH(-)	Cl (mg/L)	SiO <sub>2</sub> (mg/L)
2004年11月23日 (13:00)	9.1	416	261
2004年11月23日 (16:30)	9.0	389	264
2004年11月24日 (15:00)	9.0	407	261

参考数据 1: 深部热储层 (ZK4001) 的热液组成

试样采取日	pH(-)	Cl (mg/L)	SiO <sub>2</sub> (mg/L)
1996年11月13日	8.7	890	684

资料来源: 西藏羊八井地热田北区 ZK4001 井地热流体组分测定报告 (1996. 12. 5)

参考数据 2: 北部地区浅部热储层的热液组成

试样采取日	pH(-)	Cl (mg/L)	SiO <sub>2</sub> (mg/L)
2003年9月27日~29日	8.9~9.1	499~514	240~261

注释

ZK3001 引喷时喷出热液的分析结果与参考数据进行了比较。ZK3001 喷出热液的化学性状与浅部热储层热液的性状十分类似, 因此推断深部裂隙的热液几乎没有流入 ZK3001 井中或者流入量特别少。

## 2) 作业的判断和对策

引喷的结果未能形成自喷。空气扬程状况从最初到最后没有发现有什么变化，也没看到有喷气的征兆。喷出的热水主要是浅部的热水，没有发现有深部热水上升的征兆。钻杆的入井深度已达到了空压机的最大限度，即使使用相同条件的空气扬程法继续引喷，也没有成功的可能，于是停止了引喷作业。

### (v) 考察引喷未成功的原因

CJZK3001 井引喷未成功，究其原因是由多个方面造成的。

#### (1) 浅部热水流入井内

根据 9 月份的 PTS 测井结果，CJZK3001 井在深度 135m 附近、165m 附近及 205m 附近，由于 13-3/8" 套管破损，推测浅部热水有从这些地方流入井内的可能。还有，这次引喷时，喷出热水的化学分析结果表明了浅部热水流入了井内。在该深度的浅部热水的温度推测为 110℃~140℃，此低温浅部热水有可能阻碍了深部热水的喷出。

但是在 11 月份引喷时，钻杆下降到井内大约 400m 处，在此深度以上井内没有水柱。也就是说，常水位 100m 与井内水位 400m 的差，即 300m 的水柱压力(约 30kg/cm<sup>2</sup>)，促使深部热水流入井内。如果深部热储层及井内的透水性很好的话，即使有浅部热水流入井内，足可以使深部热水喷出。也就是说，浅部热水流入井内并不是导致引喷不成功的主要原因。

#### (2) 深部热储层裂隙的透水性不足

实际上不可否认深部热储层的地下裂隙的透水性可能还是不够的。但是，CJZK3001 井在 881m 处泥浆全量漏失，在 1051~1055m 和 1095~1096m 两段，钻具放空(遇到大规模裂隙)。还有，在 9 月份注水时，PTS 测井结果表明，注入的水流到了井内 800m 以下的深度。由此，在上述深度的漏失层，即使少，地下裂隙均有透水性。因此，还很难说深部热储层中裂隙的透水性不够。

#### (3) 井内堵塞

CJZK3001 井，从 9 月份的 PTS 测井结果来看，在 210m 附近套管固井时，未凝固的水泥被挤出，有可能落入到井内。如果这种现象大规模发生的话，有可能在井的深部形成堵塞。另外，也确认了在 CJZK3001 井的井底有被埋没的现象，由此也可能引起地下裂隙的堵塞。

#### (4) 深部裂隙的深度热储层温度不足

CJZK3001 井在以下深度段 881m，1051m~1055m，1095m~1096m 存在裂隙。这些



裂隙段的热储层温度分别约是 150℃, 210℃, 220℃。深度 1200m 以下的温度约为 250℃~270℃, 但直到该井段的地下裂隙深处, 也没达到深部的最高温度。这是因为在 CJZK3001 井钻到深度 1100m 左右时, 井内埋没增加, 发生卡住事故的危险性也大幅度增加, 所以无法继续往下钻探, 这也是终孔到 1109.14m 的原因。

#### (5) 深部热储层存在的可能性

由于以上种种原因, CJZK3001 井引喷未能成功, 但这并不能说明羊八井 CJZK3001 井地区不存在深部热储层。此地区确实存在地下裂隙, 而且温度也很高。因此, 可以说深部热储层确实是存在的。这次喷气没有成功是因为在钻探 3 年来, 由于套管被切削磨损等原因, 致使井内状况变得很糟糕。井内状况较差而未能钻到足够的深度是喷气未成功的主要原因。

### 2-4-4 从钻井调查判明地热储集结构

从 CJZK3001 及 ZK4002 井的钻井调查结果探讨了本地区深部地热地质结构。CJZK3001 井的综合柱状图见图 2-4-26, CJZK3001 井的调查综合剖面图见图 2-4-27。

#### (i) 地下地质结构

CJZK3001 井分布有第四系的砂砾层 (深度为 0~140m), 强蚀变岩 (深度为 140~190m, 195~242.5m), 花岗斑岩 (深度为 814~1,350m), 花岗岩 (深度为 190~195m, 295~814m, 1,350~2,254.5m)。由于泥浆漏失, 缺失了深度 442~632.5m, 1,002~1,044m 及 1,127~1,150m 的岩石。深度 1,417~1,710m 段受到糜棱岩化, 其上下部遭到碎裂岩化。

ZK4002 井是由第四系的砂砾层 (深度为 0~16m), 花岗斑岩 (深度为 489~616m), 花岗岩 (深度为 16~489m, 616~2,006.8m) 组成。在深度 1,075~1,525m 段受到糜棱岩化, 其上下部遭到碎裂岩化。

图 2-4-27 表明, 地下深部分布有可见厚度为 300~450m 的糜棱岩带及包围此带的碎裂岩。推测此蚀变带与后面将要叙述的「2-7-1 地质构造」的念青唐古拉剪切带 (NSZ) 相对应。另外, 花岗岩中分布有年代不详且未蚀变的花岗斑岩。这可能是比周围的花岗岩晚的侵入岩。

CJZK3001 井的深度 1,420~1,500m 段含有体积含量围 20~30% 的固结了的断层粘土。此断层粘土与 ZK4001 井喷气试验时喷出的深部热储层的岩石很相似。

#### (ii) 地热热储层

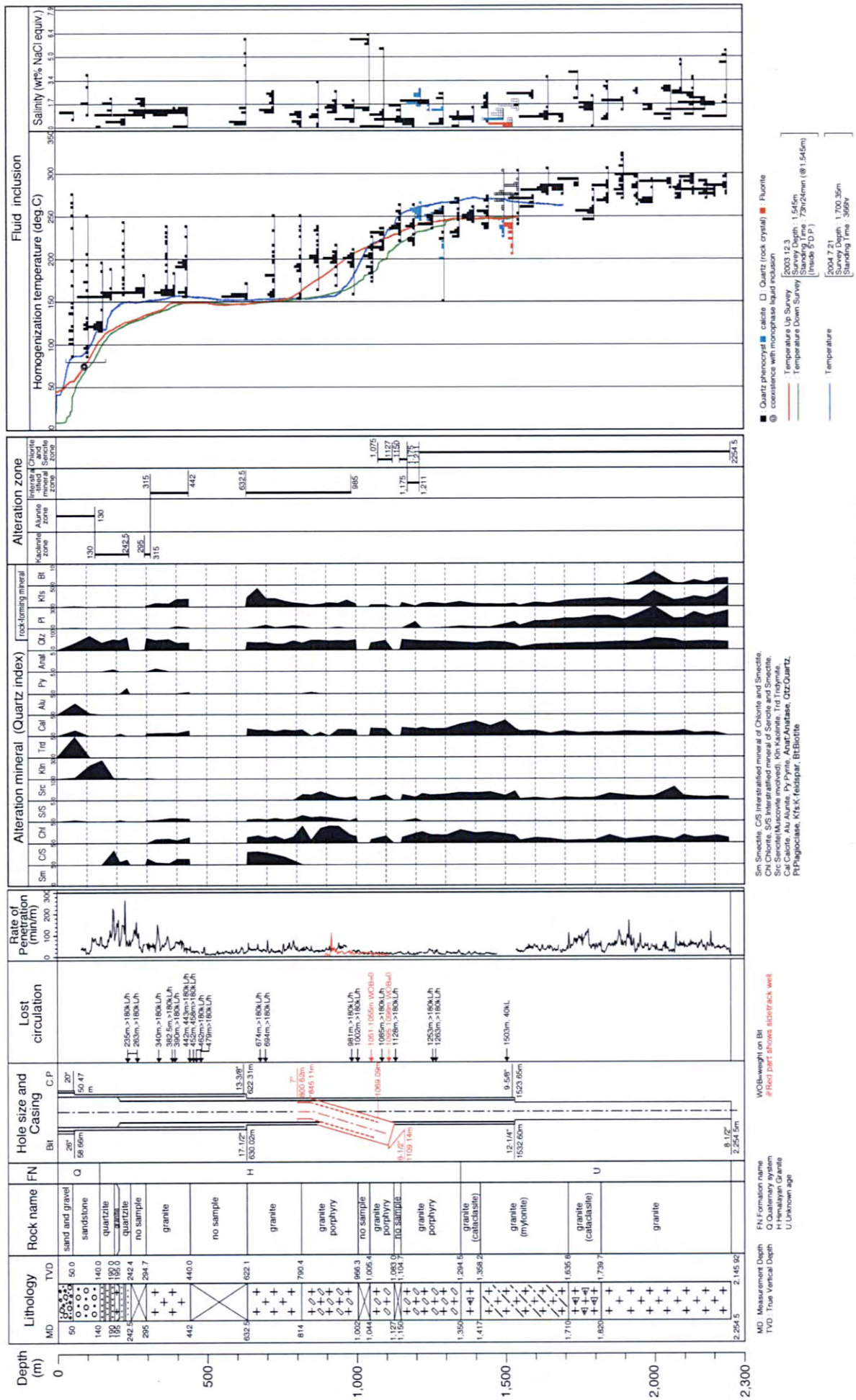


图 2-4-2-6 CJZK3001 综合柱状图

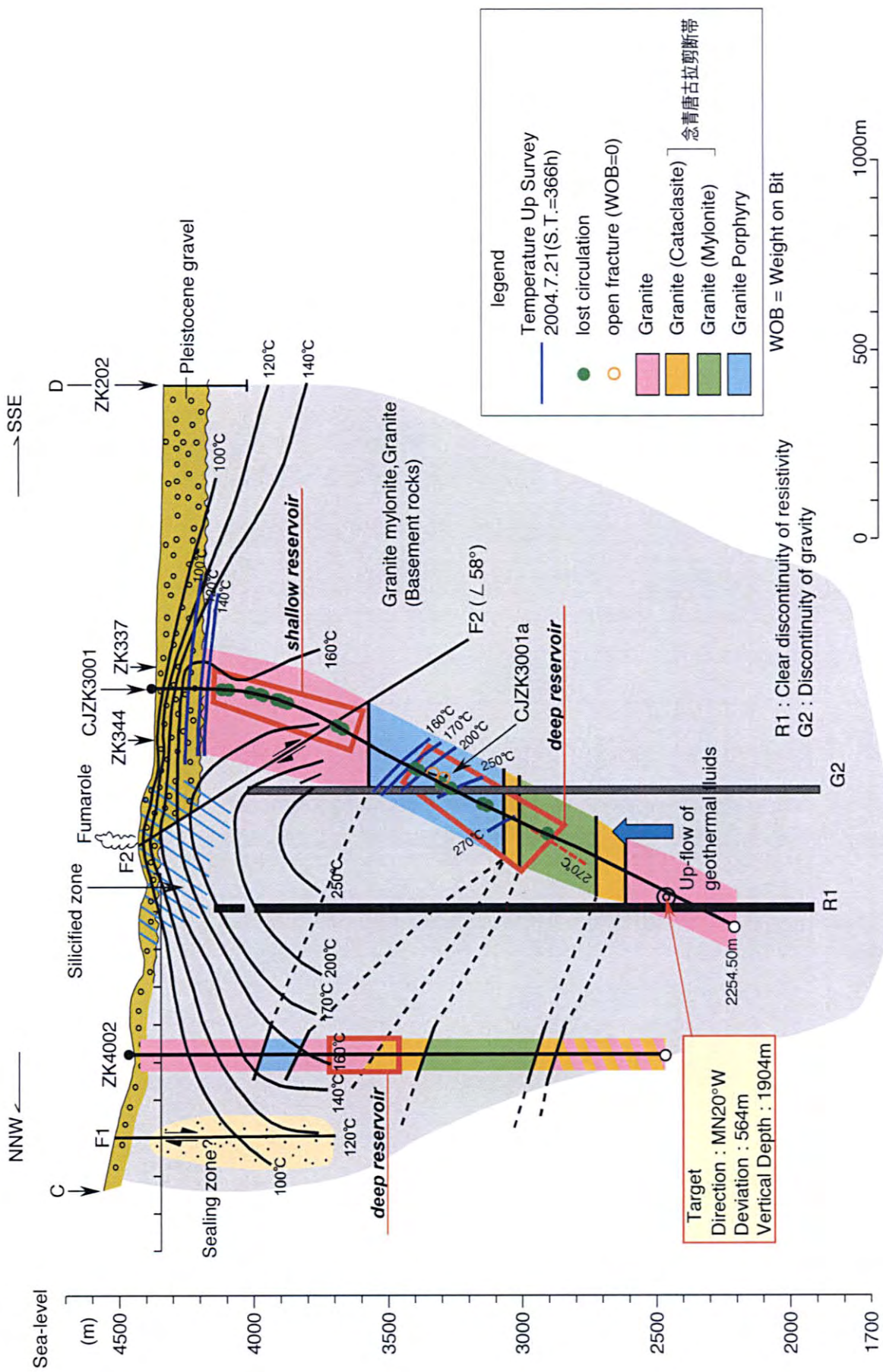


图 2-4-27 CJZK3001 调查综合剖面图

在 CJZK3001 井钻探时, 根据泥浆漏失及钻探放空区 (图 2-4-26), 将热储层进行以下的区分。

①浅部热储层: 深度 235~479m, 674~694m

②深部热储层: 深度 981~1,128m, 1,253~1,263m, 1,503m

在以上热储层深度, 斜长石分布带与几乎完全蚀变的强蚀变带大体一致, 推测是地热流体活跃的强透水性区域。以上区段的钻进率也较大, 反应了岩石的透水性强。特别是在 CJZK3001 井侧向开窗钻进时, 在深度 1,051~1,055m 及 1,095~1,096m, 遇到了孔隙 (放空钻进区间), 表明地下深处分布有巨大的断裂。

在深度 1,503m 到井底 2,254.5m 的区间, 全体热液蚀变较弱或未蚀变。从无泥浆漏失来看, 是透水性较差的地带。但是, 深度 2,254.5m 以下的透水性还不明确。

### (iii) 地下温度结构

从 CJZK3001 井在静止状态下的测井温度 (2004 年 7 月 21 日, S. T. =366hr) 与流体包裹体的均一化温度推测了地下温度结构。

#### (1) 浅部热储层 (深度为 235~479m 及 674~694m)

几乎为 150℃ 的等温区域, 在深度 350~550m 附近最高温度达 156℃。测井温度与流体包裹体的最低均一化温度相一致, 推测热水活动较活跃。

#### (2) 深部热储层 (深度 981~1,128m, 1,253~1,263m, 1,503m)

在深度 981~1,128m 及 1,253~1,263m 处的泥浆漏失与放空钻进区段, 测井温度急剧上升 (约 160℃→约 260℃)。深度 985m 以上及 1,175~1,211m 之间的蚀变带为混层粘土矿物带; 深度 1,075~1,127m, 1,150~1,175m 及深度 1,211m 以下出现了绿泥石-绢云母带。由此推断, 在混层粘土矿物带的中心见到的相当于深度 1,075~1,175m 的绿泥石-绢云母带是本井主要的高温热水上升区域。

深度 1,503m 处的泥浆漏失量为 40 kL, 规模较小。因此, 推断有小规模的断裂存在。此深度的测井温度为 269℃。

#### (3) 从流体包裹体的均一化温度推测深部温度结构

深度 1,000m 以上及深度 1,600~1,700m 之间, 最低均一化温度与测井温度几乎一致。到深度 1,000~1,500m, 均一化温度的高温值与测井温度大体一致。因此, 如果地层温度比流体包裹体的最低均一化温度高的话, 推测深度 1,700.35m 以下的温度几乎稳定在大约 270℃ 以上。

从 ZK4002 井的测井温度判断, 钻探深度在 1,000m 以下时, 温度可达 300℃ 以上

的高温（最高为 329.8℃）。测井温度明显比流体包裹体的均一化温度要高，原因之一是 ZK4002 井的深部可能持续高温化。