

## 2-4-3 引喷作业

### (i) 概要

CJZK3001勘查井钻探工程终孔后，于2004年9月用空气压缩机进行了引喷试验，但引喷未成功。为了调查没有喷汽的原因，实施了PTS检测。根据调查结果，查明了井内事故的原因，但是抽气使用的空压机的容量不够。考虑到如果加大空压机的容量，则喷汽有可能实现，因此，其后安装了容量较大的空压机。在11月，虽然用了大容量的空压机，但还是未成功，从引喷的情况看，用以上引喷方法，即使继续引喷，引喷成功的可能性也很小，所以就放弃了引喷。引喷不成功的原因是浅部的低温热水流入井内，深部热储层的裂隙的透水性不足，井内堵塞，深部裂隙热储层温度不足等多方面原因造成的。

### (ii) 第1次引喷情况（2004年9月）

#### (1) 引喷前的状况

CJZK3001井的侧向开窗井段钻进至1109.14m，在881m处遇到泥浆全量漏失，在1051m~1055m和1095m~1096m两段钻具放空（遇到大规模裂隙）。之后于2004年9月3日下入花管，钻探工程结束，从钻探工程终孔到引喷，中间停了6天，引喷前测得井内水位是-108m。

采用了空气扬程法进行引喷。用于产生压缩空气的空压机为三台，设计压力为1MPa（ $10 \text{ kg/cm}^2$ ），一旦压缩空气的储存量达到空气罐的容量（ $12\text{m}^3$ ），就向井内输气。

#### (2) 引喷作业的经过和结果

##### 1) 9月9日

本日共进行了9次同样的引喷，但喷汽未能成功。

##### 2) 9月10日

9月10日累计进行了5次引喷。但结果与9月9日情况完全相同，未能连续喷出。

### (iii) PTS测井

#### (1) 测井目的和井内状况

CJZK3001井引喷未能成功，为了查明没有喷汽的原因，于9月13日、14日、17日分别进行了PTS测井。

#### 4) 结论

9月份的PTS测井结果如下所示。

（见图2-4-22）

- ① 在深度135m附近，165m附近和205m附近有套管破损，水注入之后基本全量漏失。
- ② 在注水测井时，从165m到800m水是向下流动的，这说明在800m以下，地下裂隙具有透水性。
- ③ 在211m附近未凝固的水泥在引喷时被带出，有可能在井内形成堵塞。
- ④ 本次所用PTS测井仪器的旋转器的流速测量界限以目前的经验是0.1 m/s。以这一流速对13-3/8"套管的流量进行换算的话，大约为 $24 \text{ m}^3/\text{h}$ 。以30 t/h的流

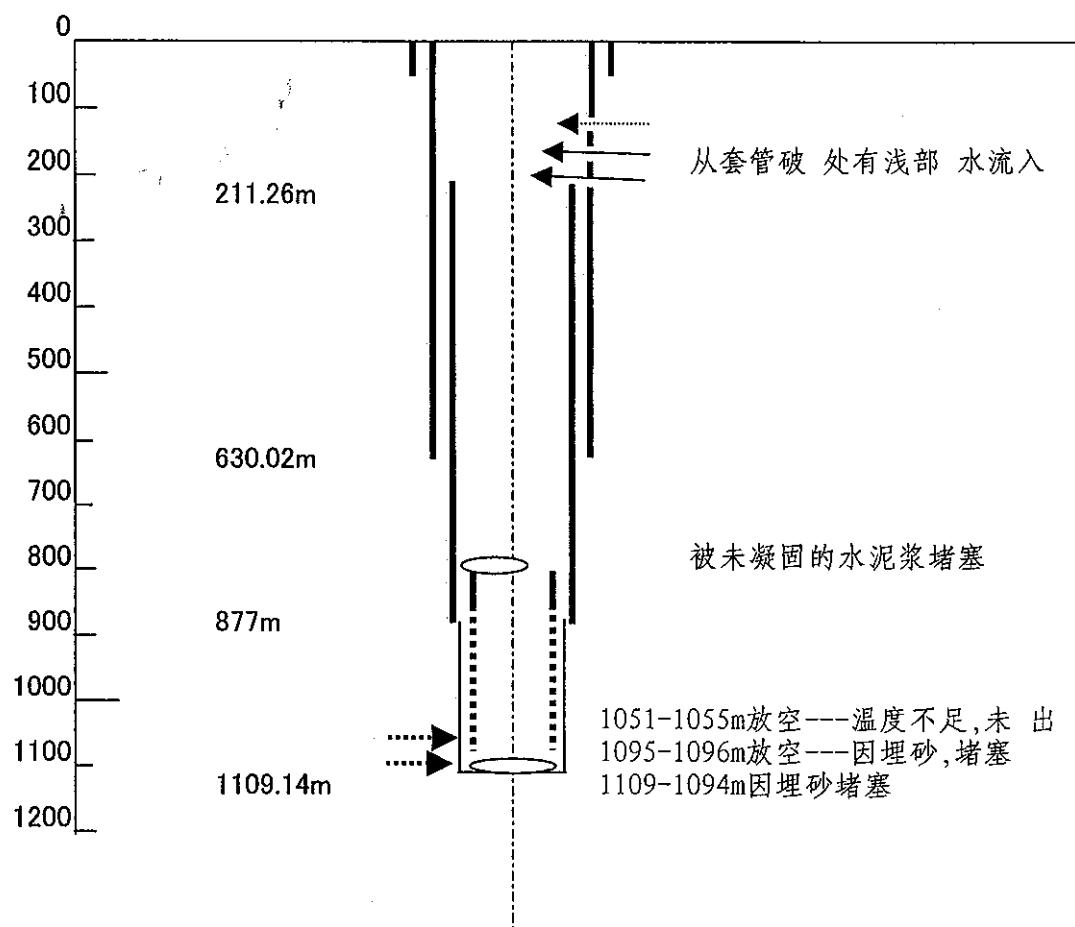


图2-4-22 测井结果的分析（引喷时的总体情况）

速注水时，接近旋转器的测量范围。如此考虑的话，以 30 t/h 的流速注水时，粗略地说，大约从 165 m 附近开始以 15 t/h 左右的流速流出。其余的 15 t/h 左右的水在深度 165 ~ 205 m 间的 13-3/8" 套管中流动，几乎以相同的流速从 9-5/8" 套管中流下。

#### (iv) 第 2 次引喷作业 (2004 年 11 月)

##### (1) 引喷作业前的情况

9 月份引喷作业后，筹备了高压力大容量的空压机。

用于产生压缩空气的空压机 6 台并列排放，输出压力为 3.0 MPa(30.6 kg/cm<sup>2</sup>)，输出空气量为 5m<sup>3</sup>/min，总输出气量为 30m<sup>3</sup>/min

##### (2) 引喷作业经过

###### 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。

###### 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。

###### 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。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。

###### 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，究其原因是多方面造成的。

##### (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°C ~ 140°C，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°C，210°C，220°C。深度1200m以下的温度约为250°C~270°C，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。

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，反映了岩石的透水性强。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。

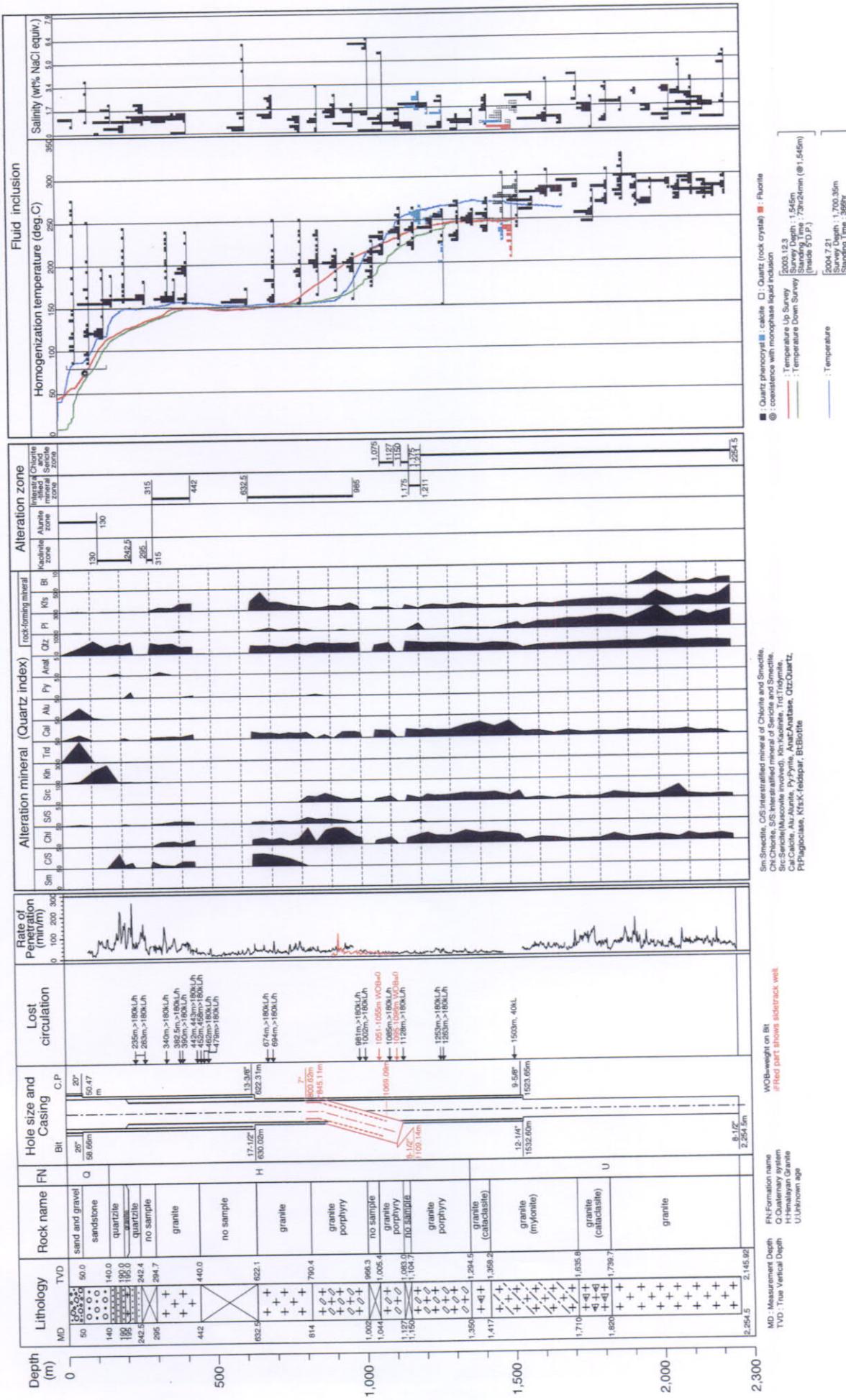


图 2 — 4 — 2 6 CJZR3001 综合柱状图

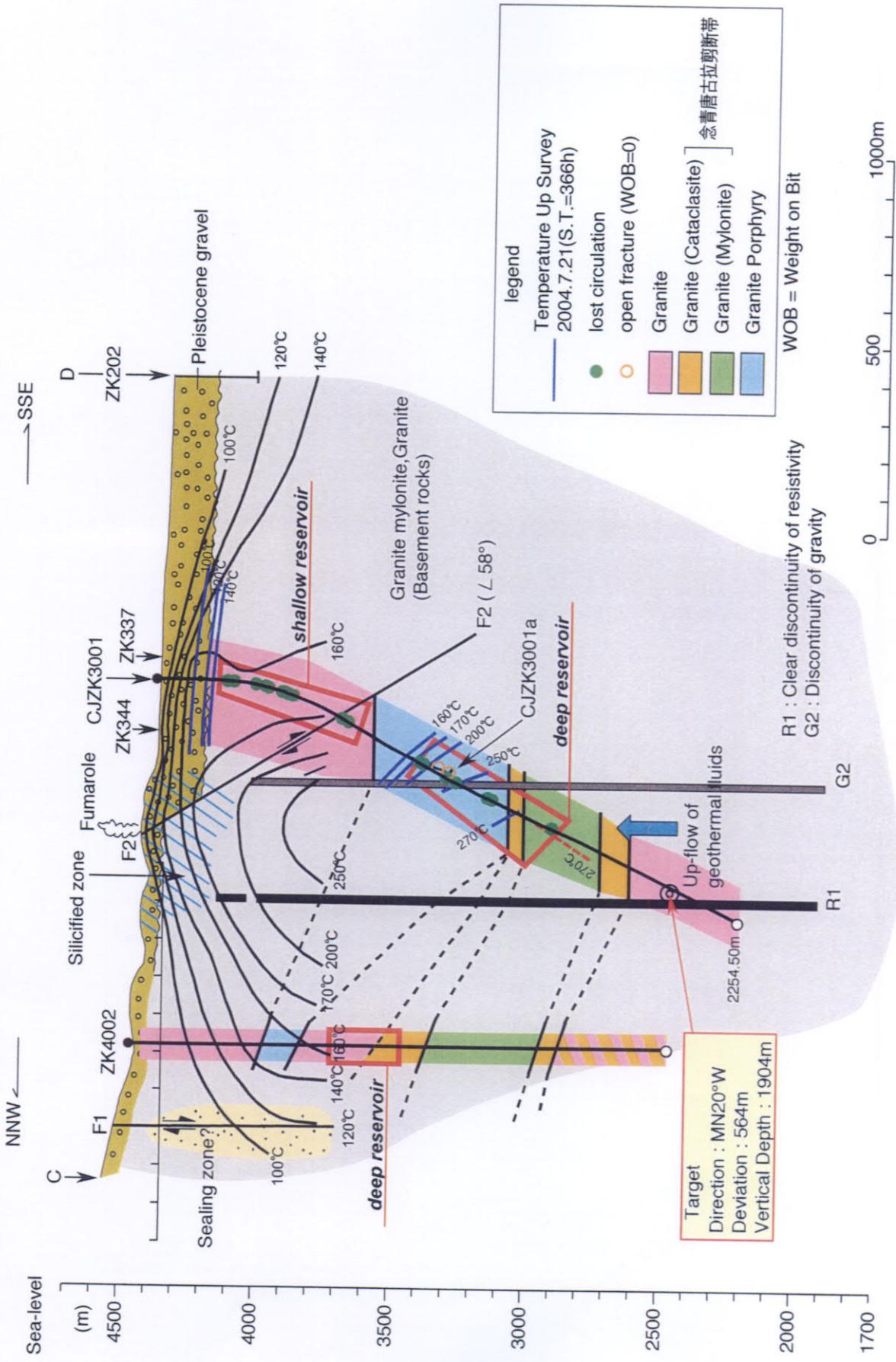


图 2—4—27 CJZK3001 调查综合剖面图