

在平面图的地下 300~400 m 之间的测线 C 和测线 A 的中央部可以确认存在小规模的低电阻率区域。在地下 900~1,000 m 之间的西部地区可以看到 $100 \Omega \cdot \text{m}$ 以上的高电阻率区域, 不过与 2 维解析结果相同, 在这个高电阻率层中确认了沿 NW-SE 方向上存在着比较弱的电阻率不连续变化区域。从这个不连续区域只在这个区间得以确认的情况来看, 很难说存在着规模很大的构造。从地下 1,400 m 开始, 高电阻率区域向 NE-SW 方向延伸并与东部的中电阻率区域连接。这个电阻率构造从地下 2,000 m 处开始消失。

2-2-4 2002 年 2 月时的地热系统模型和 CJZK3001 钻探位置的探讨

以下的叙述是 2002 年 2 月时的地热系统模型的想法, 和在此基础上关于勘查井 (CJZK3001) 钻探位置的讨论。

(i) 地热流体是在显著的断层流动

在羊八井北部地区发育有 NNE-SSW 系, NE-SW 系, 和 NS~NNW-SSE 系的 3 系统的断层。基于这些断层的位移量、现在有无喷气、水热蚀变度、蚀变矿物带、TL 强度比、流体包裹体的类型, 对沿着断层的地热流体的流动强度进行评价, 如表 2-2-16 所示。

在蚀变带和蚀变矿物带的分布中, 溶脱形硅化带和明矾石带是在最高温下生成的蚀变带, 并且广泛分布在从硫黄村西北附近向 NNE-SSW 方向延伸的地区。从此地区向周围在温度逐渐降低下生成的矿物成带状排布。对于断层 F6 和西部的明矾石带, 还不能说其蚀变度是从略低到蚀变中心。关于 TL 发光强度比, 数值小表明了由于地热活动曾显露在高温下。值小的地区是以断层 F2 为中心, 东侧到断层 F6 附近, 西侧从断层 F2 到大约 550m 的地区, 并显示此地区地热活动非常活跃。

综上所述, 热水流动较强的断层被推断为断层 F2(断层带), 西北(下盘)侧则透水性较高。

断层 F2(断层带)是通过用电磁勘探的 2 维解析, 在硫黄村附近, 本地区最明显的 NNE-SSW 系电阻率不连续线被检测出(图 2-2-42)。被确认的不连续线是从标高 4200m(大体上是地表)到标高 2500m, 为西北部位的高电阻率地区和西南部位的低电阻率地区的边界。而且, 根据重力调查, 重力值从西北部位向东南部位变低, 同样在硫黄村附近分布着 NNE-SSW 方向的密度不连续线(图 2-2-43)。这条密度不连续线也被认为显示了断层 F2(断层带)的存在。

另外, 根据蚀变带以及蚀变矿物带的分布, 确认了在本地区西部明矾石带的 NW-SE 方向分布。在这个蚀变带位移量大的断层没被确认, 但是从 NW-SE 系断层是本地区内发生

频率最高的断层系；根据电磁勘查的 2 维解析，在西部存在 2 条 NW-SE 系的电阻率不连续线 (R2 及 R3)；以及根据重力调查，在西部存有 3 条 NW-SE 系的密度不连续线 (G4, G5, G6)，推断在这些强蚀变带的地下深处可能存在有地热流体在流动的断层。而且，从沿断层 F6 分布的硅化带以及明矾石带来看，存在有地热流体流动的可能性。

表 2-2-16 有地热流体在流动的断层的评价

断层名	断层位移量	喷气的有无	水热蚀变度	蚀变矿物带	TL 强度比	流体包裹体的类型	断层评价
F1	2	2	1	2~3	1~3	2	2
F2	1	1	1	1	2	2	1
F3	3	1	1~2	2~3	-	-	2
F4	3	2	3	3	-	-	3
F5	3	1	1~3	2~3	2	1	2
F6	2	2	1~3	1~2	1	1~2	2
F7	3	2	2~3	1~3	1~3	1	2~3

划区标准

断层位移量 1：>200m、2：50~200m、3：<50m

现在喷气的有无 1：喷汽沿断层分布，2：无喷汽

热水蚀变度 1：硅化带、2：粘土化带、3：未蚀变带~弱粘土化带

蚀变矿物带 1：明矾石带、2：迪卡石带~高岭石 B 带、3：高岭石 A 带~蒙脱石带
明矾石带、2：、3：高岭石 A 带~绢云母带

TL 强度比 1：<50%、2：50~100%、3：>100%

流体包裹体的类型 1：仅为类型 1+2、2：类型 1~4

断层评价 1：地热流体的流动量大、2：地热流体的流动为中等程度、3：地热流体的流动量较少或贫乏

(ii) 热源、地下温度结构及地热流体的上升区域

羊八井地区的热源还没有被确定，但是利用原有的电磁勘查，在深度 5km 处，检测出低电阻率，被推定为冷却中的岩浆。而且，在 ZK4001 井的 1850m 以下深度，温度梯度超

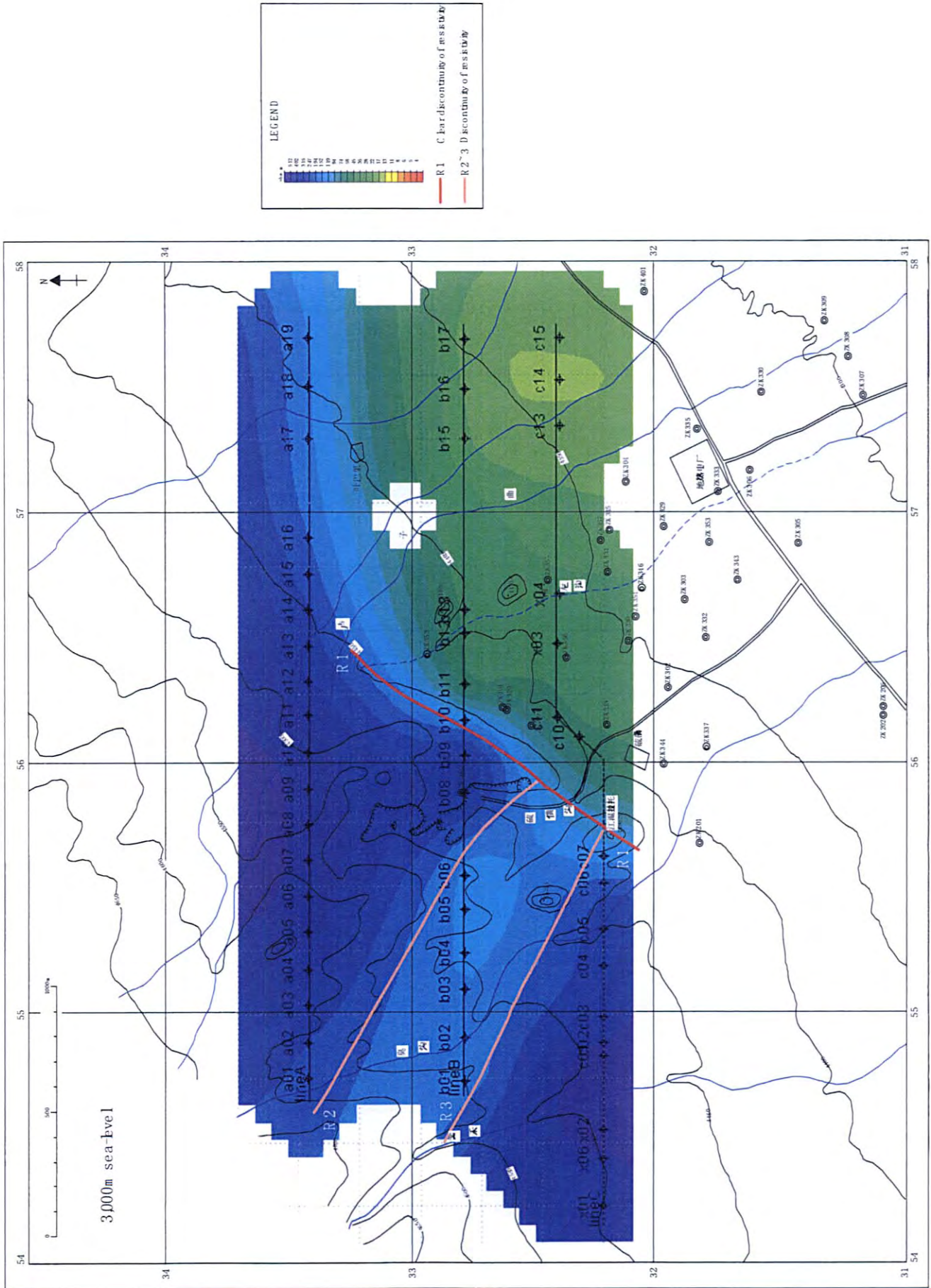
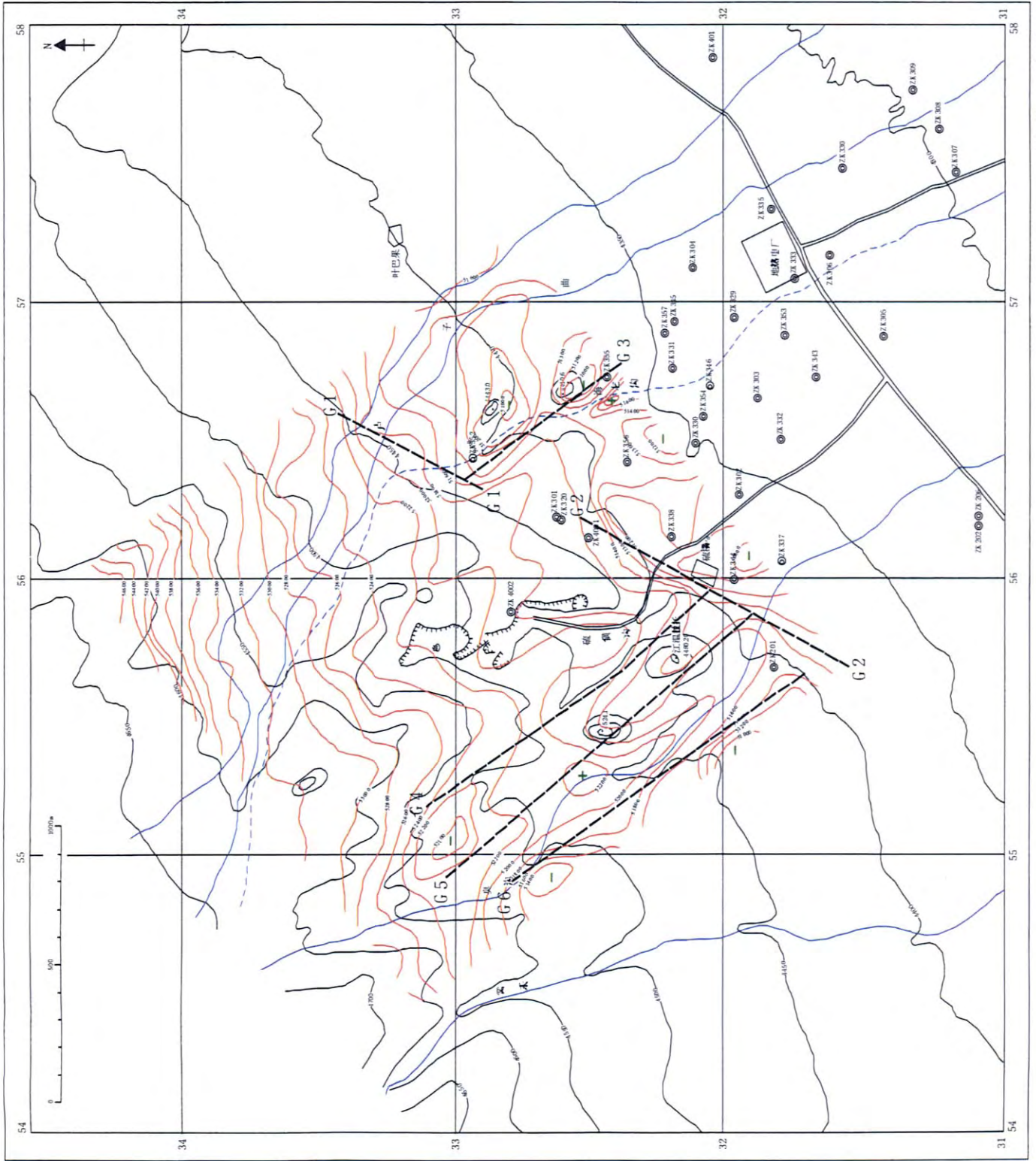


图 2-2-4-2 羊八井地热田标高 3,000m 处的电阻率分布与电阻率不连续线



(出处:西藏地矿厅地热地质大队)

图 2-2-4-3 羊八井地热田布格重力异常图

过 150℃/km, 在深度 4~5km 处, 花岗岩的熔融温度从 600℃ 上升到 700℃ 的花岗岩岩浆有存在的可能性(Dor and Zhao, 2000)。

根据中国方面地下温度的分布图, 在标高 4200m、4000m、3800m 的羊八井北部地区的高温地区, 随标高温度几乎没有变化, 从硫黄村西北地区经 ZK4001、ZK320 井, 向 NE-SW 方向延伸 1.5km 左右。在标高 3800m 处, 高温地区中心的温度是 250℃ 以上。因此, 可以认为热水对流的上升区域是高温地区。从高温地向周边地区地下温度有所下降。在东南方向展布有呈舌状的中温地区, 并显示有向一侧流动的地热流体。

(iii) 地热系统模型(2002 年 2 月)

羊八井北部区的调查综合图见图 2-2-44、地热系统模型见图 2-2-45。

根据电磁勘查, 从羊八井北部地区从地表到 500m 直至 800m 深度, 表现为低电阻率。这与第四纪的砾以及基岩的花岗岩类部浅部受热水蚀变, 电阻率值减少的深度区间相当, 显示了浅部热储层的分布。在此深度以下电阻率结构变化很大, 整体上变成高电阻率, 检测出电阻率不连续线。这反映了深部热储层中花岗岩类中的结构。

如前述, 从地质调查及蚀变带调查的结果可以认为断层 F2(断层带)的南部地区温度最高, 沿着花岗岩类中发育的断层(断层带)从地下深部有地热流体上升, 热流体流入花岗岩类的浅部和在第四纪砾层中发育的浅部热储层。浅部地热流体是由 ZK4001 的地热流体和地表水混合生成的推测是合适的。同时, 从北部地区地热流体的地球化学温度较高, 气体浓度也高来推测北部地区的深部热流体也有上升。

上升了的地热流体的侧向流动也可以从温度分布、³H 浓度的分布来推测。侧向流动被认为是发生在花岗岩类浅部的断裂系和第四纪砾层的空隙。在侧向流动过程中, 因为没有发生 Cl 浓度的降低和 ³H 浓度的增加, 因此可以认为向浅部热储层地流入的表水较少。在羊八井地区伴随着浅部热储层的开发, 热储层的压力在降低, 地表的地热特征在消失。尽管如此, 流入的地表水较少是因为在浅部热储层周围由于粘土矿物和方解石的生成, 形成了流体流动的遮蔽带(自我 ceiling 带)(图 2-2-45)或者可能是地下浅部缺乏地下水。

综上所述, 根据热水对流, 高温地热流体上升的地区, 是沿着断层 F2(断层带)NNE-SSW 乃至 NE-SW 方向延伸的地区。可以得出结论, 这些地区在深部地热开发上是最有前景的地区。

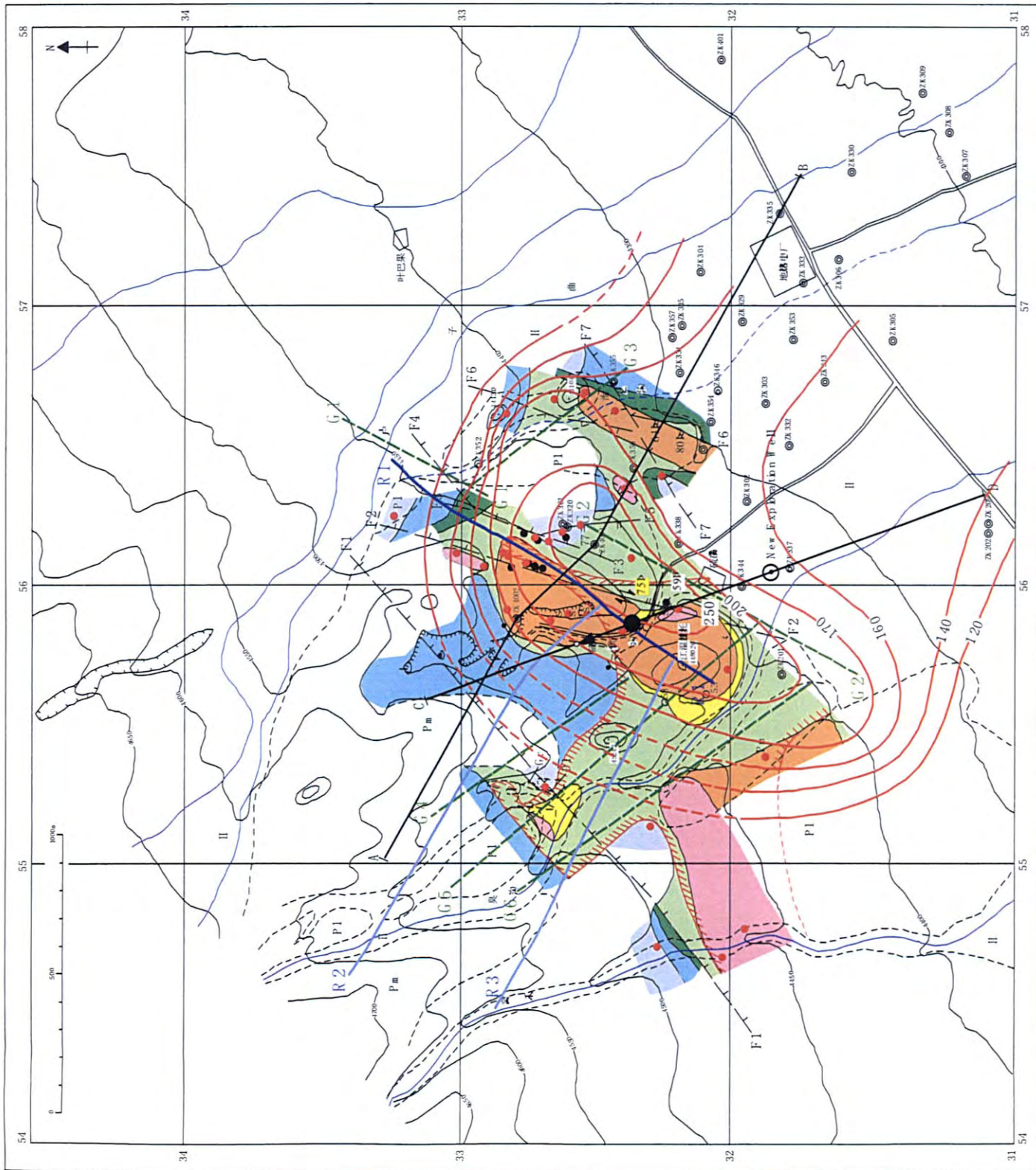


图 2-2-4-4 羊八井地热田调查综合图 (2002 年作成)

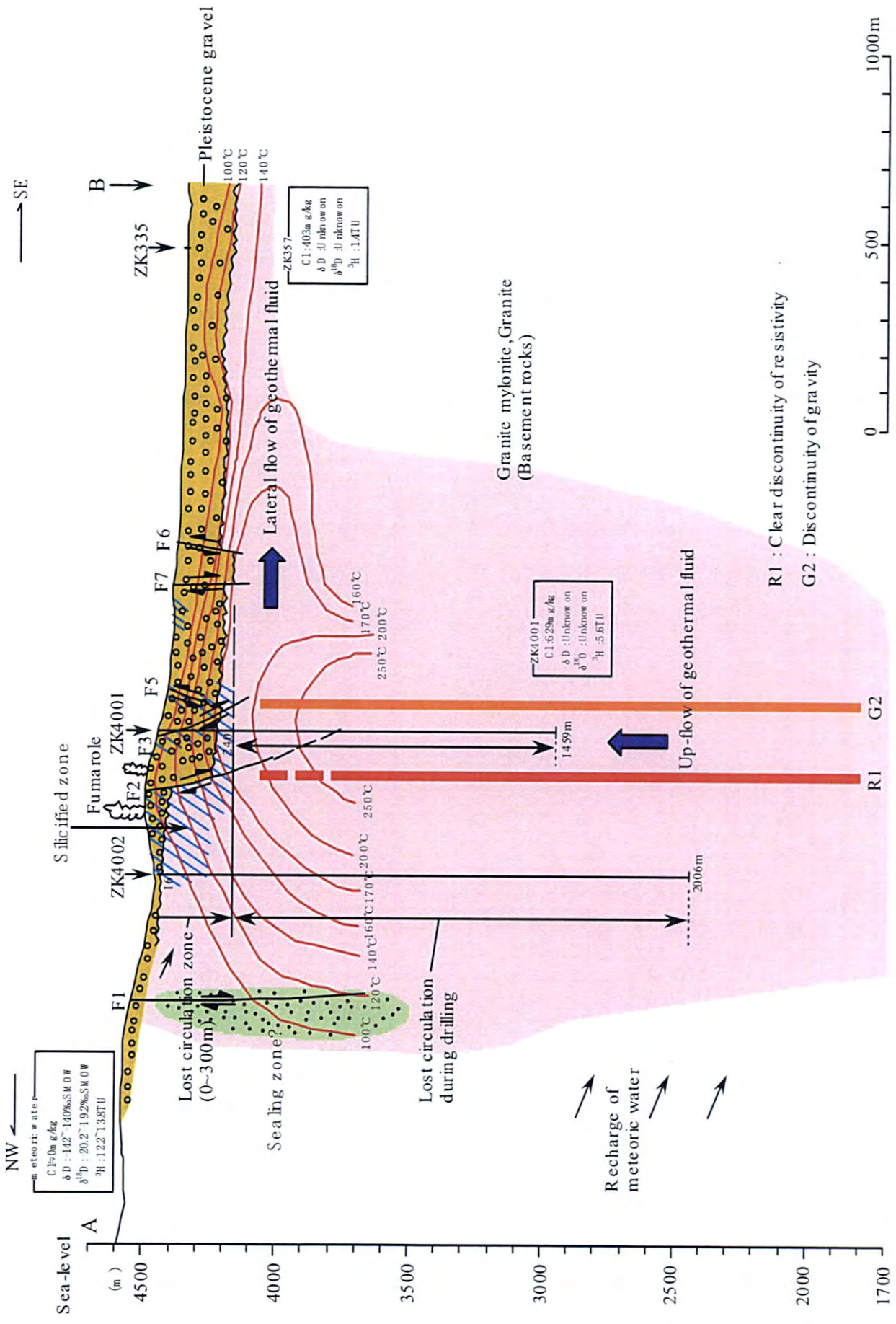


图 2-2-4-5 羊八井地热田地热系统模型 (2002 年作成)

(iv) 勘查井(CJZK3001)钻探位置的研究

4. 新勘查井钻探位置的研究

第2次现场调查和第1次国内工作得到的结果是, 高温地热流体的上升区域是沿着断层 F2(断层带)NNE-SSW 乃至 NE-SW 方向延伸的地区。不是沿着断层 F2(断层带)的 NNE-SSW, 而是向 NE-SW 方向伸长的区域。得出的结论是, 这些地区在深部地热开发上是最有前景的地区。(图 2-2-44~45)。

根据这一结论, 对于新勘查井的钻探目标和钻探地点的想法如下。

●钻探目标:

①在标高 3,800m 以上已知的高温地区, NNE-SSW 系的断层 F2(断层带)和被认为与此相当的电阻率不连续线以及密度不连续线的深部推测为到达深部地热流体上升的通道处钻探。

②断层 F2(断层带)伴随着向右旋正断层向东南方向 70° 左右倾斜。为此在断层深部, 因为向东南侧有错位, 所以在断层的东南方(上盘)一侧钻探比较有利。

●井口位置:

①在通过浅部热储层的时候, 预计有很多的泥浆漏失发生。所以为了钻探在短期内完成, 希望浅部热储层的漏失部位较小。

②在倾斜钻进时, 由于耐热使用井底发动机, 选择起点深度(KOP)的地下温度较低的地点为好。

关于以上的基本想法, 在 2001 年 12 月的第 3 次现场调查(前期)中, 与中国方面达成了协议。另外, 关于具体的目标层和井口位置, 对中国方面提供的既存钻井资料进行了研究, 而且还研究了现场的地形条件。得到的结果是, 海龙沟 ZK352 的南面大约 200m 的地点(被称为区域 A)和硫黄村的南面大约 200m 的地点(被程为区域 B)满足上述井口位置的条件, 并且被选作很有希望达到钻探目标的井口位置的候选。

对这些地区比较探讨的结果如下所示。

	区域 A	区域 B
浅部的漏失	ZK352 少。	ZK344、ZK537、ZK201 少
浅部的温度	200m 深度，在 170℃ 以下	200m 深度，在 170℃ 以下
与前景层的关系	向西钻探到达前景层。与前景层的方向近于平行，向西钻探，不容易碰到断层。	向北～西北钻到前景层。与前景层的方向近于垂直，容易碰到断层。
勘查范围	在已有深部井 ZK4001、ZK4002 的附近、勘查范围不扩大。	远离已有的深层井 ZK4001、ZK4002 勘查范围扩大。

通过上述比较研究，根据区域 B 有望成为钻井目标地区和方位的位置关系优势，与中国方面协商的结果是，决定把在硫黄村南面 200~300m 的浅部，温度比较低且漏失少的地区作为井口位置。

而且在此之后，日本方面研究得到的井口位置、目标位置、钻井规格的详细记述如下。

- 1) 井口位置 在羊八井北部地区的地形图中的坐标值
东经 56,050m、 北纬 31,850m
- 2) 目标位置 井口位置基准
方位：MN20W（磁北基准）
偏距：564m（在垂直深度 1,904m）
方位的容许范围：±20°
- 3) 钻井规格 K O P：180m
最终倾斜角：20°

图 2—2—46 显示了新勘查井的预想剖面图。

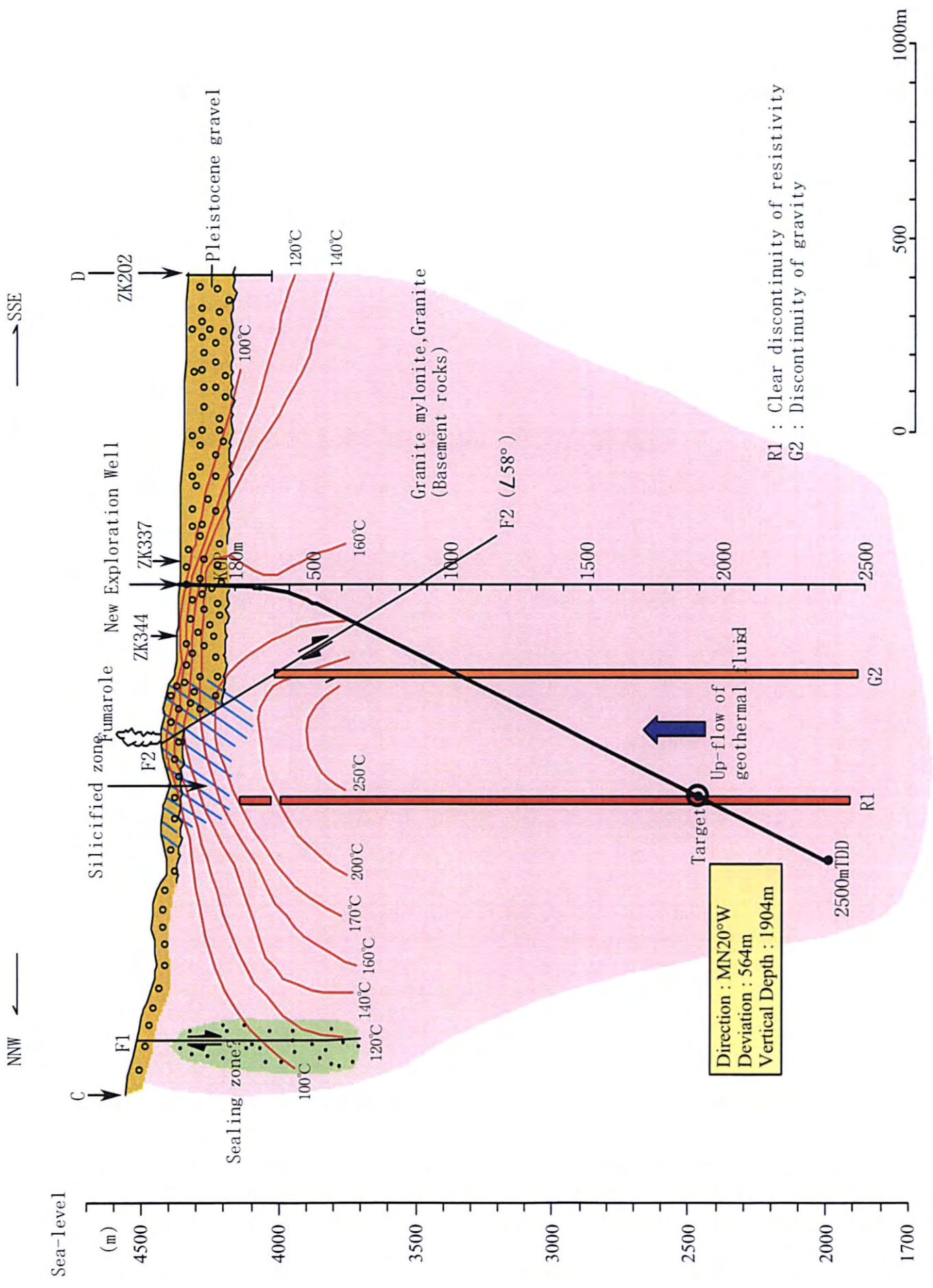


图 2-2-4 6 新观测井的预想剖面图 (2002 年作成)

2-3 调查井（CJZK3001 井）钻探工程

2-3 调查井 (CJZK3001 井) 钻探工程

2-3-1 工程的概要

调查井钻探工程是委托西藏自治区地质矿产勘查开发局地热地质大队实施的。调查井 CJZK3001 钻探工程的实际业绩进度见表 2-3-1。

(i) 2001 年工程的概要 (钻探资材的准备)

调查井钻探准备工程, 准备了从深度 0~1,505m 钻探所需要的部分资材。

(ii) 2002 年工程的概要 (从深度 0 m 到 403.2 m 钻进)

在对 17-1/2" 井段钻探时, 从 235m 开始多次遇到了泥浆全部漏失层, 漏失钻进到 488.9m。用灌注水泥进行泥浆漏失对策, 但是在水泥清理中, 卡住了清理工具。虽然实施了回收作业, 但是很难进行, 只好放弃, 而选取重新开窗定向钻进。从 333.5m 开始, 进行了侧向开窗钻进。在 382.5m 处发生了泥浆全部漏失, 漏失钻进到 403.2 m 后, 对泥浆漏失采取了灌注水泥的措施。进入冬季由于天气条件变得恶劣, 在保全井段的状态下, 钻进到深度 403.2m 处, 停止了井内作业。

(iii) 2003 年工程概要 (从 403.2m 到 1,903.93m 钻进)

17-1/2" 井段从 443m 开始, 由于泥浆全部漏失频繁发生, 到 630.02m 一直进行泥浆漏失钻探, 并在 622.31m 处设置了 13-3/8" 套管。在 12-1/4" 井段, 从 674m 虽然遇到了泥浆全部漏失层, 由于使用了前期工程所未使用过另一种防止泥浆漏失材料, 一边堵漏, 一边钻进, 一直进行到深度 1,532.6m。并在 1,532.6m 处设置了 9-5/8" 套管。

在 8-1/2" 井段钻探时, 由于高温, 钻头的使用寿命缩短, 使用了多个钻头。钻探进行到深度 1,903.93m 时, 由于冬季气候恶劣, 保全井段后, 停止了井内作业。在对 8-1/2" 井段钻探时, 井内没有发生大规模的泥浆漏失。

(iv) 2004 年工程的概要 (从 1,903.93 m 到 2,254.5 m 钻进、及侧向开窗钻进从 877 m 到 1,109.14 m)

在深度 2,254.5m 处, 对 8-1/2" 井段钻探时, 5" 钻杆断裂, 发生了卡钻事故, 使回收作业难以进行。并且从深度 2,247.85m 处采到的岩心观察来看, 从 2,254. m 到计划深度 2,500m, 即使进行钻探, 遇到大规模地热热储层的可能性也很小。因此, 停止了深度 2,254.5m 以下的钻探, 而对于深度 981~1,263m 的泥浆漏失层, 再度决定实施侧向开窗钻进。在 9-5/8" 套管上开窗, 从 877m 开始侧向开窗钻进。在 1,051m 遇到了空洞, 由于沉沙增加, 加大了钻探工具发生卡钻事故的危险性, 因此, 在深度 1,109.14m 停止了钻探。

表 2-3-1 CJZK3001 钻探工程量表

工程项日	2001年												2002年												2003年												2004年											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
2001年 (1) 准备钻探所需物资	■																																															
2002年 (1) 地基基础工程 (2) 26" 井的钻探 (3) 17-1/2" 井的钻探 (4) 越冬准备	■ ■ 0-58.66m ■ 58.66-403.2m ■																																															
2003年 (1) 为再次开 T. 做准备 (2) 17-1/2" 井的钻探 (3) 12-1/4" 井的钻探 (4) 8-1/2" 井的钻探 (5) 越冬准备	■ ■ 403.2-630.02m ■ 630.02-1,532.6m ■ 1,532.6-1,903.93m ■																																															
2004年 (1) 为再次开 T. 做准备 (2) 8-1/2" 井的钻探 (3) 为侧向钻探做准备 (4) 侧向孔钻探	■ ■ 1,903.93-2,254.5m ■ ■ 877-1,109.14m																																															

2-3-2 2001年调查井钻探工程（钻探资材准备）

调查井钻探准备工程，准备了从深度0~1,505m钻探所需要的一部分资材。准备了钻探资材包括：17-1/2”钻头，12-1/4”钻头，8”NDC，17-1/2”扶正器，泥水材料，20”套管，13-3/8”套管，水泥，8”蜗杆钻具，泵所需部件以及发动机部件等。

2-3-3 2002年调查井钻探工程

（i）作业经过

2002年钻探工程的钻进进度图和套管井身组合图分别如图2-3-1，2-3-2所示。

（1）26”井段钻探（深度0~58.66m）

在羊八井地区，从目前的实际完成情况看，浅部的钻探即使不使用扶正器，也几乎可以垂直钻进，因此，没有扶正器的钻具组合（26”钻头×7”DC2根×5”钻杆）钻到了深度58.66m，在深度50.47m处设置了20”套管。

（2）17-1/2”井段的钻探（深度58.66~488.7m）

用沿角组合17-1/2”钻头×17-1/2”扶正器×8”DC×17-1/2”扶正器×8”DC2根×5”钻杆，钻到侧向开窗钻进起始深度180m处。倾斜角不到1°，几乎保持垂直。接着采用蜗杆钻具(DHM)组合从深度180m开始，进行定向钻进。组合为17-1/2”钻头×8”DHM×8”定向弯接头(2.25°)×8”NDC×8”DC3根×5”DP。虽然初次设置了重量指示计，但不能正常运作，因此实施DHM钻进，设定的钻进速率降低到45分/m。钻进途中，在深度235m处发生了泥浆全部漏失，但是在泥浆漏失的状态下继续DHM钻进，一直到深度294.8m。DHM钻进后，堵塞235m处的泥浆漏失层，采用以下的钻具组合再次开始钻探，即17-1/2”钻头×17-1/2”扶正器×8”DC3根×7”DC5根×5”钻杆。虽然中途在深度340m和390m处发生了泥浆漏失，一边堵漏，一边继续钻进。之后，从442m开始，遇到了多处泥浆漏失层，漏失钻进一直到深度488.7m。对深度442m以下的泥浆漏失，采取了水泥灌注的措施。在水泥清理中，清理组合器具17-1/2”钻头×8”DC×7”DC2根×5”钻杆，被卡住。虽然实施了回收作业，但是难以进行，放弃了17-1/2”钻头和钻头接头的回收，继而选取另开窗定向钻进。

（3）侧向钻进井段的钻探（17-1/2”井段，深度333.5~403.2m）

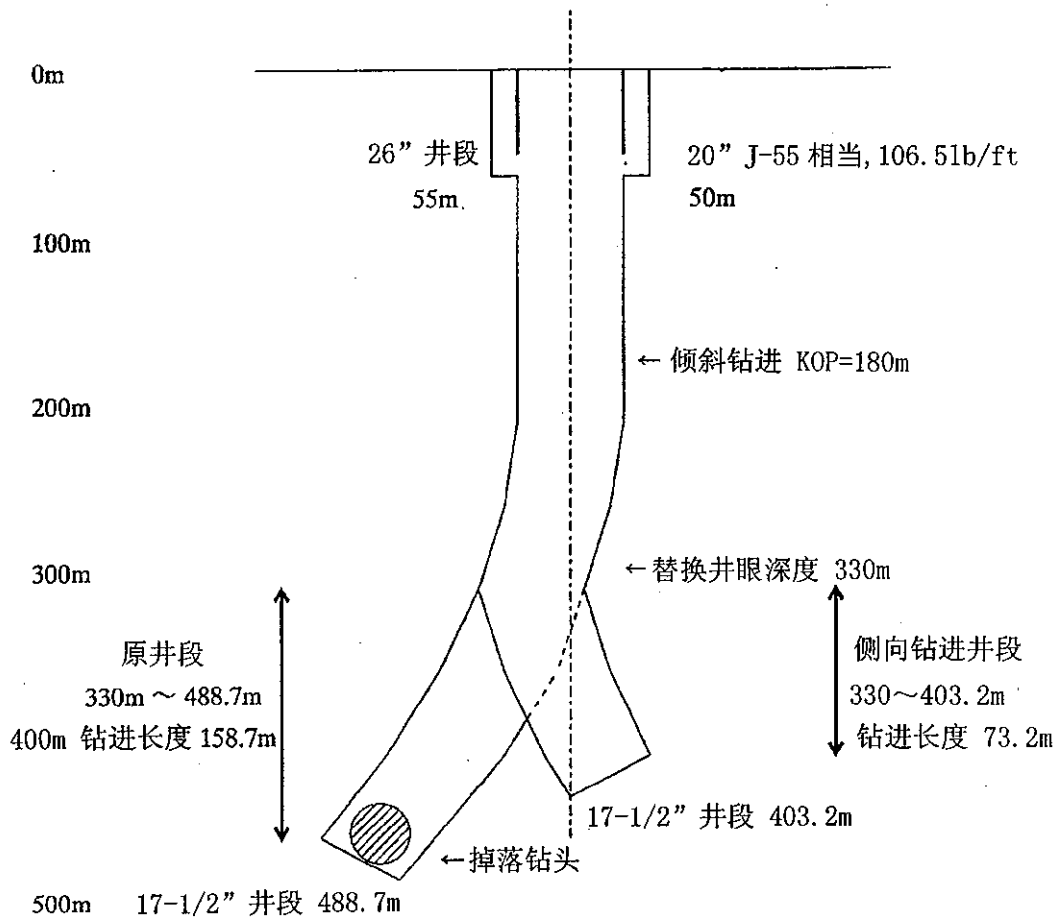


图 2 - 3 - 2 2002 年 CJZK3001 套管组合图

包括在 235m 处又发生的泥浆漏失层,采取了水泥灌注措施,并且从水泥顶部 217m 处开始,进行了水泥清理。水泥清理中,从 330m 附近开始,因水泥片中混入有地质岩屑,有新井眼顶替的趋势,因此在深度 333.5m 处,中断了水泥清理。由于此时的清理工具组合是 17-1/2" 钻头×5" 钻杆,从原井段开始垂直向下钻进时倾斜角自然减小,预计井眼已经顶替。为了确定开窗后新眼井位置,继续使用 DHM 组合:17-1/2" 钻头×8" DHM×8" 定向弯接头×8" NDC×8" DC 2 根×7" DC 4 根×5" 钻杆",一边控制井迹,一边钻探。DHM 钻进区间为深度 333.5~364.3m。因此,定向井的起始点(KOP)选在深度 333.5m 处。从 364.3 m 开始,使用钻具组合 17-1/2" 钻头×17-1/2" 扶正器×8" NDC×8" ×8" DC 2 根×7" DC3 根×5" 钻杆进行钻进。在中途 382.5m 处,发生了泥浆全部漏失。到 403.2m 用清水顶漏钻进。虽然重复采取水泥灌注堵漏措施,但在深度 200~299m 处,又遇到了泥浆漏失层。水泥顶部达到 142m 时,泥浆漏失才停止。由于钻探现场的气候条件恶劣,决定保持井内原状,中断工程。在水泥顶部 142m 以上,把粘土装到 20" 套管内,到深度 35m 处。保全井内状态,停止了工程。

(ii) 现场工地及主要机械设备

钻机的规范是可以钻到 3,200m,但是钻探工地的标高高达海拔 4,370m,氧气稀薄,柴油发动机的功率大幅度下降,再加上钻探设备老化等原因,实际上,钻机的钻探能力预计只能下到深度 2,700m 左右。另外,由于钻探设备,机器的不完备,在日本方面的指导下进行了改进。主要钻探设备与钻探设备配置分别如表 2-3-2 与图 2-3-3 所示。

(iii) 套管及套管内水泥灌注

17-1/2" 井段在钻到 58.66m 后,虽然插入了 20" 套管,但是在 39m 处卡住。扩井(660mm→760mm)后,再次插入 20" 套管到深度 50.47m 处,进行了套管水泥灌注。在灌注时,同时有水泥泥浆返流回地面。

(iv) 泥浆漏失状况及对策

(1) 大规模泥浆漏失的频繁发生

钻探作业中,在深度 235m,263m,340m,390m,442m,458m,479m 等处遇到裂隙,发生了泥浆漏失。特别是在深度 235~280m,340m 及 442~488m,有 3 处泥浆漏失地层,估计泥浆漏失规模大的地层有大规模的破碎带存在。为此,堵塞裂隙采取的措施是注水泥 17 回,投入水泥块 12 回,投入砖头 4 回,投入石子 1 回,总计花

表 2-3-2 主要钻探设备

	品名	型号	数量	规格	生产厂家
1.	钻探设备				
(1)	钻机	ZJ32J-5	1台	3,200m	兰州石油化学工业机械厂
(2)	钻塔	JJ225-43	1架	高43m	兰州石油化学工业机械厂
(3)	吊车	ZJ-32	1台	1,500马力	兰州石油化学工业机械厂
(4)	定滑轮	TC-225	1台		兰州石油化学工业机械厂
(5)	动滑轮	YC-250	1台		兰州石油化学工业机械厂
(6)	转盘	ZP-205	1套	φ502	兰州石油化学工业机械厂
(7)	泥浆泵	3NB-1300C	2台	1,300 l/min	兰州石油化学工业机械厂
(8)	柴油机	12V-190B	3台	1,200马力	济南柴油机股份有限公司
(9)	空压机	2V5A-5.5	2台		沈阳空气压缩机制造厂
(10)	喷暴防止装置(BOP)	双式13-5/8"	1台	API 5000	北京石油化学机械厂
(11)	蓄电池	FK240	1台		HYDRIL
2.	钻探器材				
(1)	方钻杆 kelly	6"	11.8m		
(2)	钻杆	5"	2,500m		
(3)	钻铤	φ178	50m		
(4)	钻铤	φ203	30m		
(5)	无磁性钻铤		30m		胜利油田
(6)	扶正器		6支		胜利油田

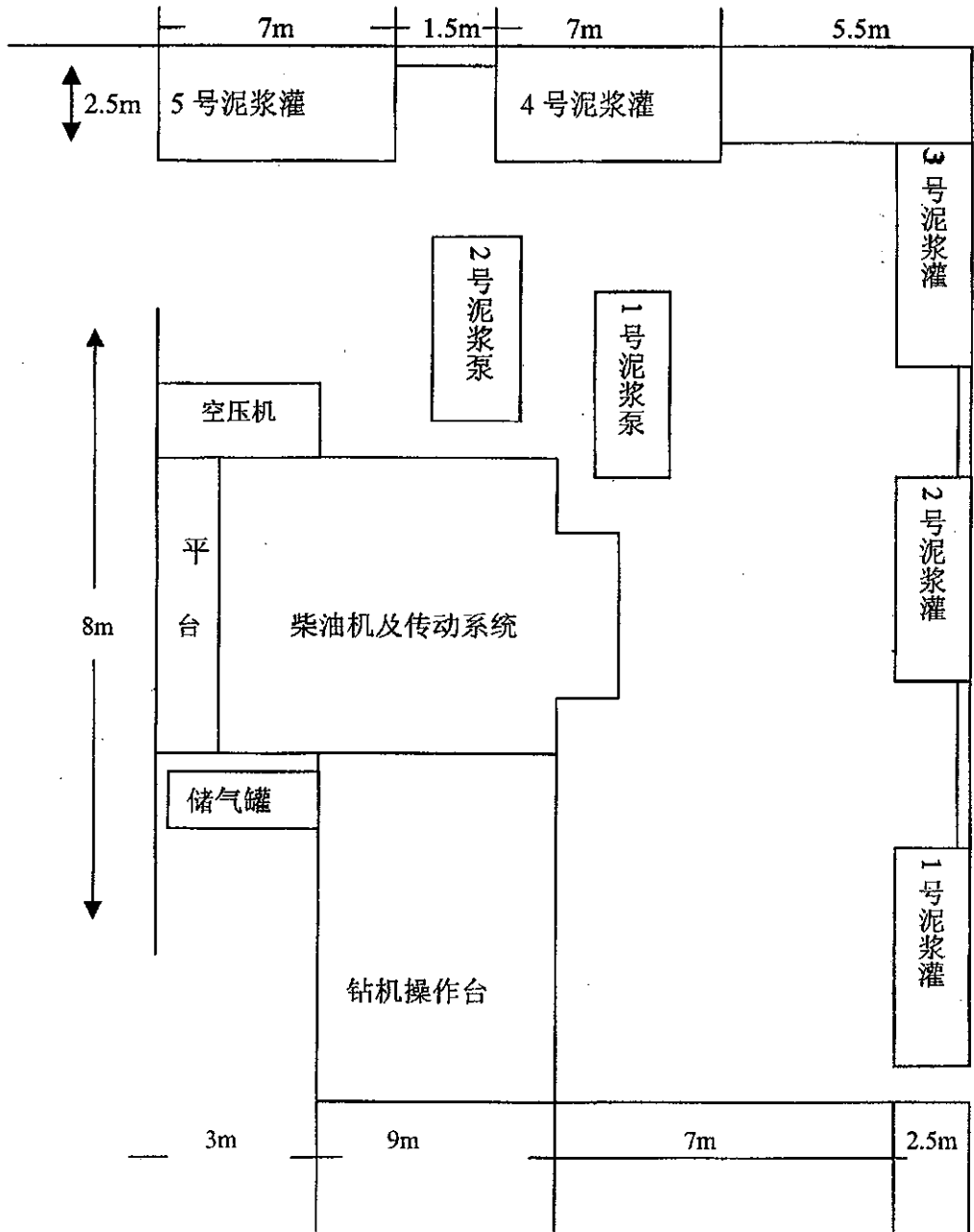


图 2 - 3 - 3 2002 年钻探设备配置图

了 42 天的时间。

(2) 深度 235~280m 的泥浆漏失对策

深度 235~280m 的泥浆漏失层是现在地热发电厂收集蒸气的浅部热储层。虽然地热地质大队在小规模泥浆漏失层堵漏上,投入水泥球,使用防漏剂方面具有一定的经验,但是与本漏失层相当的浅部热储层的堵漏经验却没有。之前在 ZK4001 及 ZK4002 钻探时,没有堵塞地层裂隙,而实施的是漏浆钻进工程。日本方面实行的指导方针是,对于大规模泥浆漏失层,一定要在裂隙中注入泥浆来堵塞裂隙。运用此对策,花了 19 天的时间成功堵塞了泥浆漏失层。但是,此后由于下部又有漏失层的出现,再次发生了泥浆漏失。

(3) 深度 442~488m 的泥浆漏失对策及上部漏失层的再发生

从深度 442m 开始发生泥浆漏失,特别是在深度 458~488 m 区间,钻进率达到 7~8 m/hr,推测是大规模的地层破碎裂隙相连通的地层破碎带。计划在钻到此破碎带的底部时设置 13-3/8" 套管,实施了泥浆堵塞漏失措施。但是注水泥后,在水泥清理中卡住了钻探工具。对卡钻进行处理后,用注水泥法再次实行堵漏,但从深度 449m 往上到深度 217m,虽然充填了水泥,泥浆继续漏失。确认再次漏失是发生在深度 200-299m 的上部漏失地层中,并用泥浆漏失防止剂堵塞了漏失层。包括对上部的漏失采取措施后,实行侧向钻进,但在钻到 382m 深处时又遇到了泥浆漏失,同时在 200~299m 的上部再次发生漏失。此次采取的措施是从深度 403m(井底)往上到深度 142m 实施注水泥,成功堵塞了泥浆漏失。伴随着下部泥浆漏失的发生,在堵漏完成的 200~299m 深度的上部有再次发生漏浆的现象,使堵漏措施变得复杂。

(v) 钻头记录

使用了 26" 三牙轮钻头 2 个及 17-1/2" 插入型三牙轮钻头 6 个。钻头记录如表 2-3-3 所示。

(vii) 倾斜钻探记录

(1) 钻探目标

本调查井的最终钻探目标如下表所示:

项目	目标层	最终钻探点
钻探深度	2,000 m	2,500 m
方位(磁北基准)	MN20° W	MN20° W

垂直深度	1,900 m	2,370 m
偏距	560 m	740 m
方位允许范围	$\pm 20^\circ$	—

(2) 倾斜钻探计划

为了达到钻探目标层表 2-3-4 表明了倾斜钻探的计划计算表。定向钻进顺序如下所述。

- ① 从 17-1/2" 钻孔的 180m 深度附近开始造斜钻探。
- ② 钻井的方位是 MN20° W (磁北为基准)
- ③ 增角率设定为 1.5° /30m。
- ④ 增角钻进进行到深度 550m 左右, 倾斜角度增大到 30° 左右。
- ⑤ 增角钻进以下实行沿角钻进。

(3) 倾斜钻进的实绩

在原井(17-1/2" 井段)的 180m 处开始造斜钻进, 钻到深度 488.7m 处。DHM 的钻探区间是在深度 180~294.8 m 之间。倾斜方位计算结果见表 2-3-5, 井迹平面图及剖面图分别如图 2-3-4 及 2-3-5 所示。原井的倾斜角与计划倾斜角几乎一致, 井眼从西侧方位进入目标允许范围内, 并且取得了靠近目标中心的井迹。新开窗定向钻进井(17-1/2" 井)是从深度 333.5m 开始, 钻到 403.2m。倾斜方位计算结果见表 2-3-6, 井迹平面图及剖面图分别如图 2-3-6 及 2-3-7 所示。定向钻进井段是从原井眼开始, 倾斜角大幅度减小, 成功地钻得垂直向下的顶替井眼。在深度 379m 处, 倾斜角比计划的角度小 3° 左右。钻井从西侧方位达到目标允许范围, 并且取得了靠近目标中心的井迹。与原井相比较, 虽然倾斜角减小了, 但井眼方位的井迹更加靠近目标中心。

(vii) 井口装置

在 20" 套管上部安装 BELL NIPPLE(钟型螺纹接管), 作为 17-1/2" 钻探用井口装置。另为, 为了保全井眼, 在日本方面的指导下, 生产钟型螺纹接管上加工设置了补水线。

(viii) 落物、卡钻事故以及对应措施

(1) 17-1/2" 井段的卡钻事故

Wellname: CJZK3001

Projection: N W 20:00

表2-3-4 CJZK3001倾斜定向钻探计划、计算表

钻井名 CJZK3001

No	MD m	INC dd. mm		AZM dd. mm	TVD(GL) m	N-S m	W-E m		CLO dd. mm	THD m	DLS deg/30m	PHD m	
1	0.00	0.00	N W	20.00	0.00	0.00	0.00	N W	90.00	0.00	0.00	0.00	
2	180.00	0.00	N W	20.00	180.00	0.00	0.00	N W	90.00	0.00	0.00	0.00	K. O. P
3	210.00	3.00	N W	20.00	209.99	0.74	-0.27	N W	20.00	0.79	3.00	0.79	"
4	240.00	4.30	N W	20.00	239.92	2.58	-0.94	N W	20.00	2.75	1.50	2.75	增角钻进
5	270.00	6.00	N W	20.00	269.79	5.16	-1.88	N W	20.00	5.49	1.50	5.49	"
6	300.00	7.30	N W	20.00	299.59	8.47	-3.08	N W	20.00	9.02	1.50	9.02	"
7	330.00	9.00	N W	20.00	329.27	12.52	-4.56	N W	20.00	13.32	1.50	13.32	"
8	360.00	10.30	N W	20.00	358.84	17.29	-6.29	N W	20.00	18.40	1.50	18.40	"
9	390.00	12.00	N W	20.00	388.26	22.79	-8.30	N W	20.00	24.26	1.50	24.26	"
10	420.00	13.30	N W	20.00	417.52	29.01	-10.56	N W	20.00	30.88	1.50	30.88	"
11	450.00	15.00	N W	20.00	446.60	35.95	-13.09	N W	20.00	38.26	1.50	38.26	"
12	480.00	16.30	N W	20.00	475.47	43.61	-15.87	N W	20.00	46.40	1.50	46.40	"
13	510.00	18.00	N W	20.00	504.12	51.96	-18.91	N W	20.00	55.30	1.50	55.30	"
14	540.00	19.30	N W	20.00	532.53	61.03	-22.21	N W	20.00	64.94	1.50	64.94	"
15	550.00	20.00	N W	20.00	541.94	64.20	-23.37	N W	20.00	68.32	1.50	68.32	沿角钻进
16	600.00	20.00	N W	20.00	588.92	80.27	-29.22	N W	20.00	85.42	0.00	85.42	"
17	700.00	20.00	N W	20.00	682.89	112.41	-40.91	N W	20.00	119.62	0.00	119.62	"
18	800.00	20.00	N W	20.00	776.86	144.55	-52.61	N W	20.00	153.83	0.00	153.83	"
19	900.00	20.00	N W	20.00	870.83	176.69	-64.31	N W	20.00	188.03	0.00	188.03	"
20	1000.00	20.00	N W	20.00	964.80	208.83	-76.01	N W	20.00	222.23	0.00	222.23	"
21	1100.00	20.00	N W	20.00	1058.77	240.97	-87.71	N W	20.00	256.43	0.00	256.43	"
22	1200.00	20.00	N W	20.00	1152.74	273.11	-99.40	N W	20.00	290.64	0.00	290.64	"
23	1300.00	20.00	N W	20.00	1246.71	305.25	-111.10	N W	20.00	324.84	0.00	324.84	"
24	1400.00	20.00	N W	20.00	1340.68	337.39	-122.80	N W	20.00	359.04	0.00	359.04	"
25	1500.00	20.00	N W	20.00	1434.65	369.53	-134.50	N W	20.00	393.24	0.00	393.24	"
26	1600.00	20.00	N W	20.00	1528.62	401.67	-146.19	N W	20.00	427.44	0.00	427.44	"
27	1700.00	20.00	N W	20.00	1622.59	433.80	-157.89	N W	20.00	461.65	0.00	461.65	"
28	1800.00	20.00	N W	20.00	1716.56	465.94	-169.59	N W	20.00	495.85	0.00	495.85	"
29	1900.00	20.00	N W	20.00	1810.52	498.08	-181.29	N W	20.00	530.05	0.00	530.05	"
30	2000.00	20.00	N W	20.00	1904.49	530.22	-192.99	N W	20.00	564.25	0.00	564.25	目标
31	2100.00	20.00	N W	20.00	1998.46	562.36	-204.68	N W	20.00	598.45	0.00	598.45	沿角钻进
32	2200.00	20.00	N W	20.00	2092.43	594.50	-216.38	N W	20.00	632.66	0.00	632.66	"
33	2300.00	20.00	N W	20.00	2186.40	626.64	-228.08	N W	20.00	666.86	0.00	666.86	"
34	2400.00	20.00	N W	20.00	2280.37	658.78	-239.78	N W	20.00	701.06	0.00	701.06	"
35	2500.00	20.00	N W	20.00	2374.34	690.92	-251.47	N W	20.00	735.26	0.00	735.26	"

Wellname: CJZK3001 原井段

Projection: N W 20.00

表2-3-5 2002年CJZK3001方位倾斜计算 (原井段)

No	测深 m	倾斜 dd. mm		方位 dd. mm	垂直深度 m	南北偏距 m	东西偏距 m		井底方位 dd. mm	偏距 m	DLS deg/30m	PHD m
1	0.00	0.00	N W	39.32	0.00	0.00	0.00	S W	90.00	0.00	0.00	0.00
2	32.73	0.27	N W	39.32	32.73	0.10	-0.08	S W	39.32	0.13	0.41	0.12
3	58.38	0.28	N W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N W	41.03	0.33	0.05	0.31
4	86.60	0.32	N W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N W	45.16	0.58	0.15	0.52
5	115.14	0.34	N W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N W	53.18	0.83	0.28	0.69
6	143.38	0.11	N W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N W	54.03	1.01	0.42	0.84
7	172.03	0.13	N W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N W	51.05	1.09	0.11	0.94
8	186.00	1.19	N W	52.45	185.99	0.84	-0.94	N W	48.08	1.26	4.50	1.11
9	196.68	2.03	S W	76.49	196.67	0.91	-1.24	N W	53.47	1.53	6.51	1.28
10	205.18	2.53	S W	80.01	205.16	0.83	-1.60	N W	62.26	1.80	3.02	1.33
11	215.74	2.33	S W	73.47	215.71	0.72	-2.08	N W	70.56	2.20	1.20	1.39
12	230.75	3.12	N W	85.32	230.70	0.64	-2.83	N W	77.11	2.90	2.88	1.57
13	240.21	3.00	N W	74.59	240.15	0.73	-3.33	N W	77.39	3.41	1.81	1.83
14	249.69	3.59	N W	62.11	249.61	0.94	-3.87	N W	76.20	3.98	4.47	2.21
15	259.25	4.36	N W	64.37	259.14	1.26	-4.51	N W	74.23	4.68	2.04	2.73
16	268.70	5.25	N W	43.43	268.56	1.74	-5.17	N W	71.24	5.46	7.25	3.41
17	287.81	5.46	N W	33.33	287.58	3.19	-6.33	N W	63.15	7.09	1.74	5.17
18	306.80	6.49	N W	30.39	306.45	4.96	-7.44	N W	56.20	8.94	1.76	7.20
19	324.90	7.51	N W	30.52	324.40	6.94	-8.62	N W	51.10	11.07	1.71	9.47
20	344.90	8.37	N W	33.05	344.20	9.37	-10.14	N W	47.15	13.81	1.26	12.27
21	363.81	10.01	N W	33.45	362.86	11.93	-11.82	N W	44.45	16.79	2.23	15.25
22	382.55	10.53	N W	31.29	381.28	14.79	-13.66	N W	42.43	20.13	1.56	18.57
23	401.11	11.40	N W	31.55	399.49	17.88	-15.56	N W	41.03	23.70	1.27	22.12
24	420.24	12.11	N W	30.14	418.20	21.26	-17.60	N W	39.37	27.60	0.99	26.00
25	439.16	13.21	N W	33.00	436.66	24.82	-19.79	N W	38.34	31.75	2.13	30.09
26	461.94	14.28	N W	30.19	458.77	29.48	-22.67	N W	37.33	37.19	1.73	35.46
27	488.70	14.28	N W	30.19	484.68	35.25	-26.04	N W	36.27	43.83	0.00	42.03

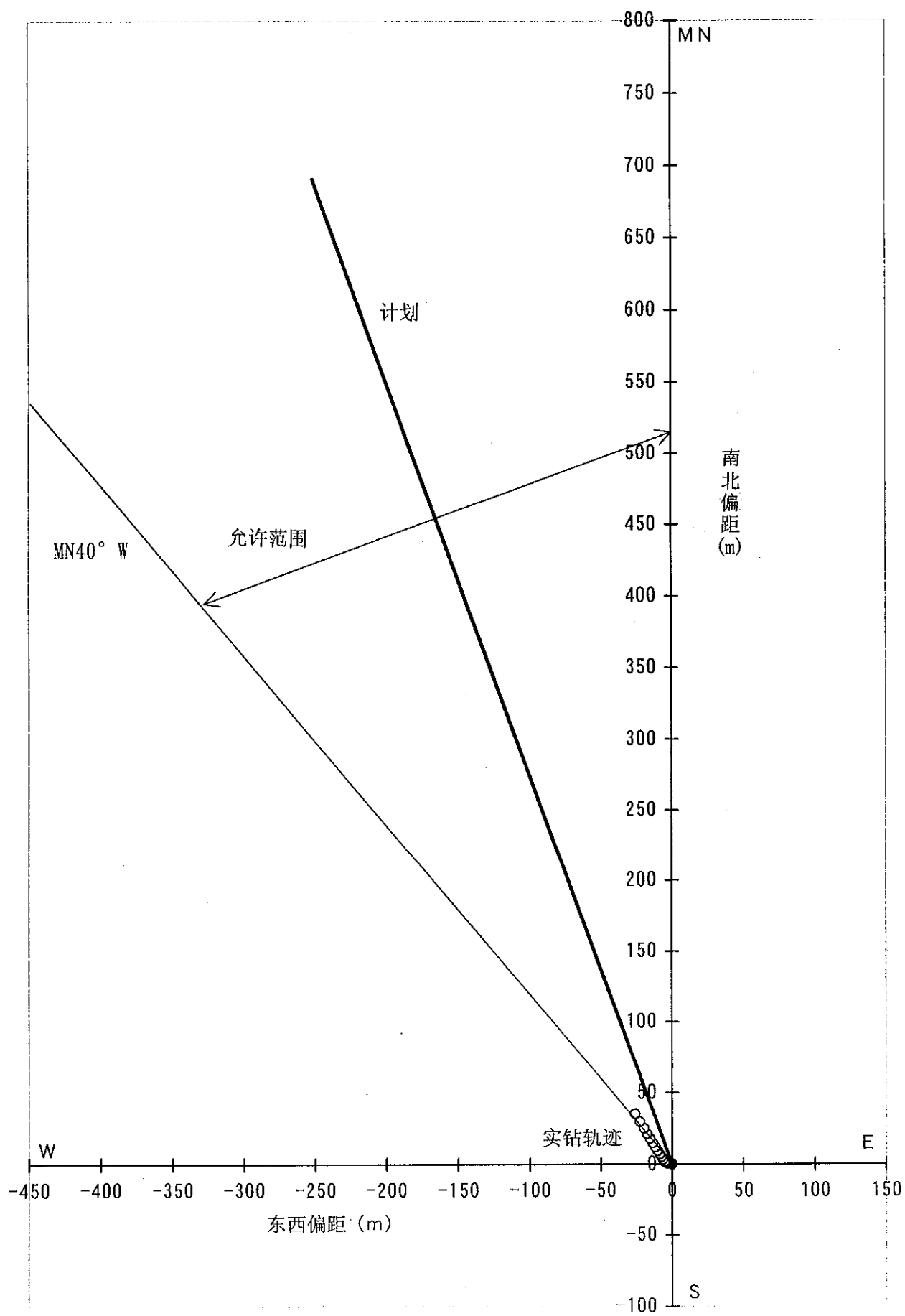


图 2-3-4 2002 年 CJZK3001 井迹平面图 (原井段)

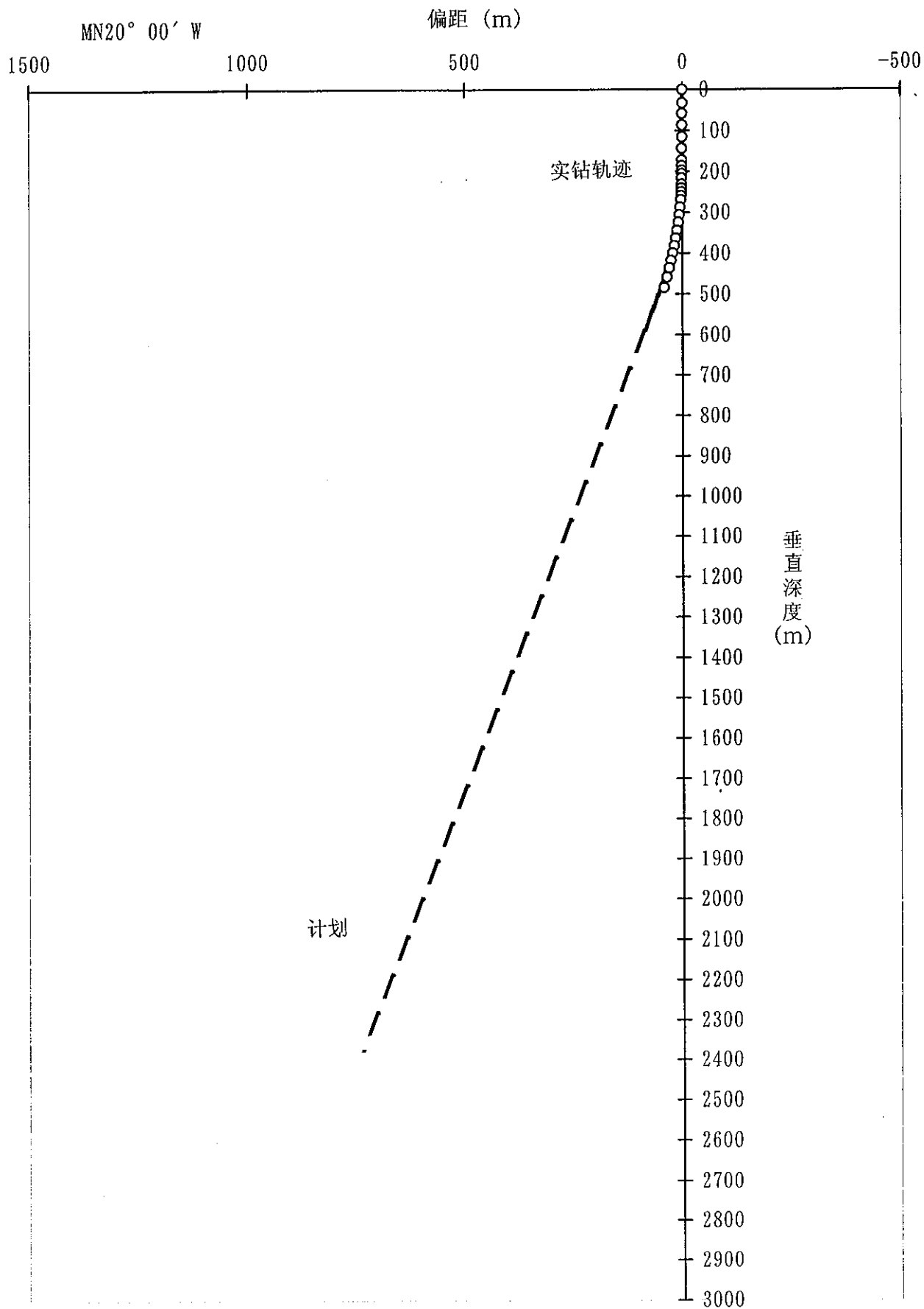


图 2 - 3 - 5 2002 年 CJZK3001 井迹剖面图 (原井段)

Wellname: CJZK3001 Sidetrack

Projection: N W 20.00

表2-3-6 2002年CJZK3001方位倾斜计算结果（侧向井段）

No	测深 m	倾斜 dd. mm		方位 dd. mm	垂直深度 m	南北偏距 m	东西偏距 m		井底方位 dd. mm	偏距 m	DLS deg/30m	PHD m
1	0.00	0.00	N W	39.32	0.00	0.00	0.00	S W	90.00	0.00	0.00	0.00
2	32.73	0.27	N W	39.32	32.73	0.10	-0.08	S W	39.32	0.13	0.41	0.12
3	58.38	0.28	N W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N W	41.03	0.33	0.05	0.31
4	86.60	0.32	N W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N W	45.16	0.58	0.15	0.52
5	115.14	0.34	N W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N W	53.18	0.83	0.28	0.69
6	143.38	0.11	N W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N W	54.03	1.01	0.42	0.84
7	172.03	0.13	N W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N W	51.05	1.09	0.11	0.94
8	186.00	1.19	N W	52.45	185.99	0.84	-0.94	N W	48.08	1.26	4.50	1.11
9	196.68	2.03	S W	76.49	196.67	0.91	-1.24	N W	53.47	1.53	6.51	1.28
10	205.18	2.53	S W	80.01	205.16	0.83	-1.60	N W	62.26	1.80	3.02	1.33
11	215.74	2.33	S W	73.47	215.71	0.72	-2.08	N W	70.56	2.20	1.20	1.39
12	230.75	3.12	N W	85.32	230.70	0.64	-2.83	N W	77.11	2.90	2.88	1.57
13	240.21	3.00	N W	74.59	240.15	0.73	-3.33	N W	77.39	3.41	1.81	1.83
14	249.69	3.59	N W	62.11	249.61	0.94	-3.87	N W	76.20	3.98	4.47	2.21
15	259.25	4.36	N W	64.37	259.14	1.26	-4.51	N W	74.23	4.68	2.04	2.73
16	268.70	5.25	N W	43.43	268.56	1.74	-5.17	N W	71.24	5.46	7.25	3.41
17	287.81	5.46	N W	33.33	287.58	3.19	-6.33	N W	63.15	7.09	1.74	5.17
18	306.80	6.49	N W	30.39	306.45	4.96	-7.44	N W	56.20	8.94	1.76	7.20
19	324.90	7.51	N W	30.52	324.40	6.94	-8.62	N W	51.10	11.07	1.71	9.47
20	339.20	4.56	N W	32.58	338.61	8.29	-9.46	N W	48.46	12.58	6.13	11.03
21	348.97	5.43	N W	26.27	348.34	9.08	-9.91	N W	47.31	13.44	3.22	11.92
22	359.83	7.02	N W	25.25	359.13	10.16	-10.44	N W	45.46	14.57	3.66	13.12
23	379.37	8.46	N W	25.48	378.49	12.59	-11.60	N W	42.40	17.12	2.66	15.79
24	403.20	8.46	N W	25.48	402.04	15.86	-13.18	N W	39.44	20.62	0.00	19.41

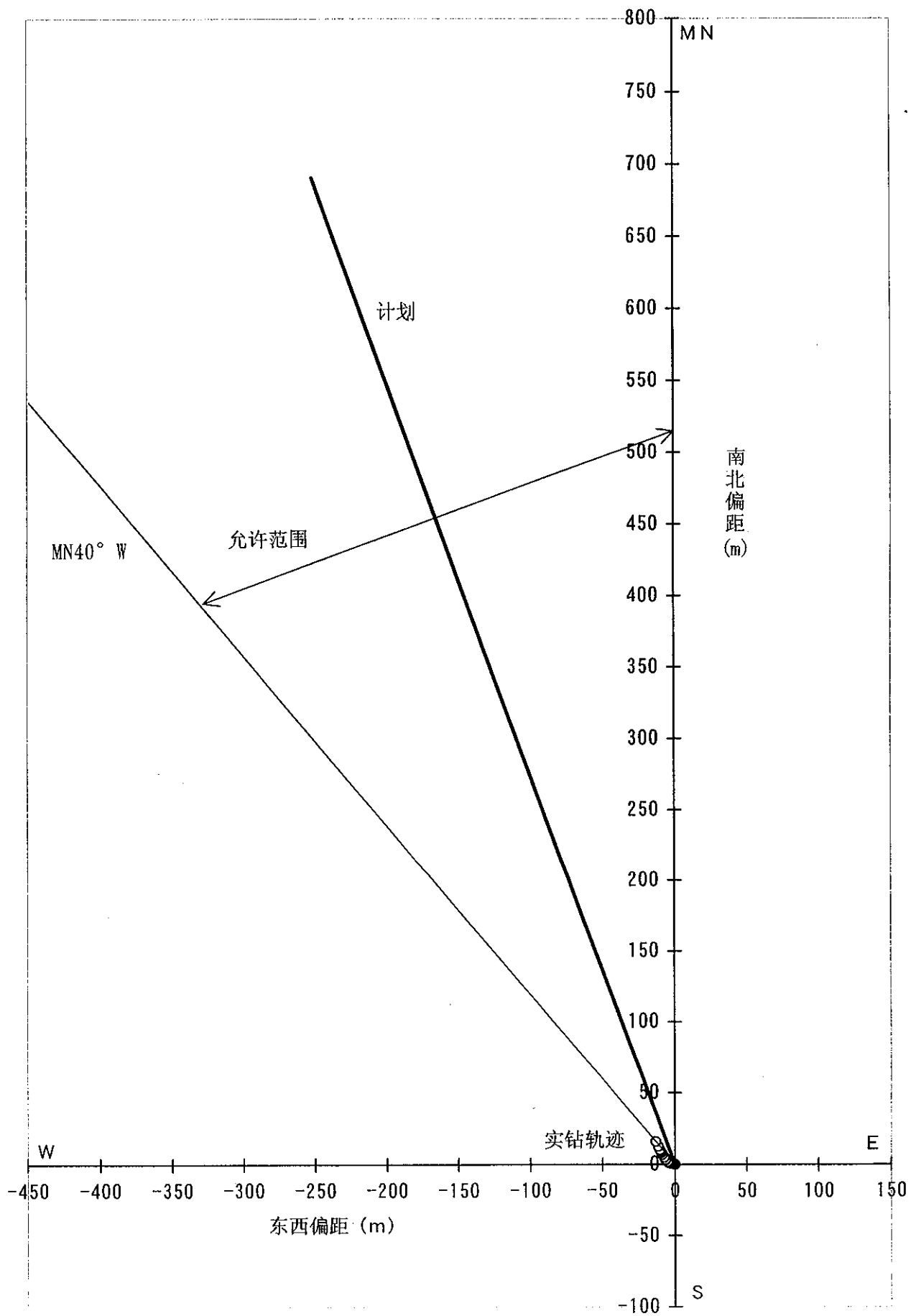


图 2-3-6 2002 年 CJZK3001 井迹平面图 (侧向钻进井段)

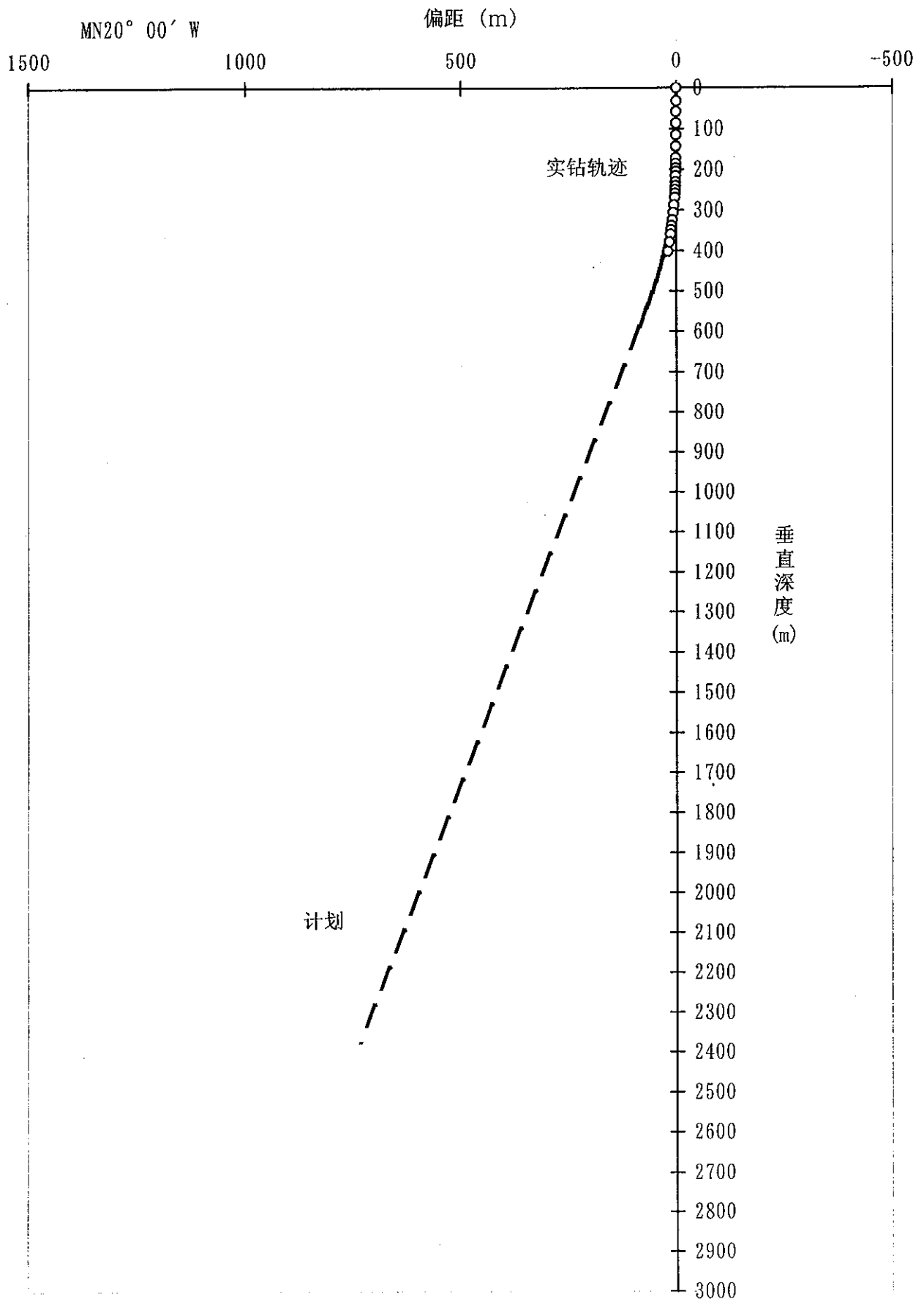


图 2 - 3 - 7 2002 年 CJZK3001 井迹剖面图 (侧向钻进井段)

① 由浅部地层塌落引起的卡钻事故

在深度 442~488 m 处, 堵漏措施实施后, 在清理水泥塞作业中发生了卡钻事故, 导致钻具组合不能运转。原因是浅部地层的软弱带(深度 50~90 m 附近)有坍塌发生, 塌落的岩块卷进钻头的肩部而导致的。为了解决卡钻事故, 用 5" 钻杆, 7" DC 及 8" DC 等进行了回收作业, 但是预计回收 17-1/2" 钻头及钻头接头是较花时间的艰难作业, 因此, 放弃了回收。至此回收作业花了 13 天的时间。停止回收作业, 实施堵漏措施后, 从深度 333.5m 处开始, 侧向开窗钻了新的井眼, 钻到深度 403.2m 处。

2-3-4 2003 年调查井钻探工程

(i) 操作过程

2003 年钻探工程的进度图参照图 2-3-8, 套管井身组合图参照图 2-3-9。

(1) 粘土、水泥清理(深度 35~403.2 m)

2003 年 7 月 21 日开始井内作业, 对上年度在井中填充的粘土及水泥进行了处理。由于发现在深度为 327 m 的水泥清理的碎屑中混入了地质岩屑, 所以在判断当时的情况下, 同时注意孔位的顶替, 水泥清理大概持续到深度 403.2 m 处。从岩屑的观察和倾斜方位测定结果等来看, 推断是由于清理水泥的同时, 切削了现存井眼下方, 使得其中混入了地质岩屑, 所以没有改变孔位。水泥清理完成后, 开始了本年度的钻探工程。

(2) 17-1/2" 井钻探(深度 403.2~630.02 m)

2003 年 7 月 26 日, 重新从深度 403.2m 处开始了 17-1/2" 井的钻探工程。在 443m 深度以下, 泥浆全部漏失频频发生, 虽然使用 LCM 泥水和灌注水泥(含有大量水泥球)堵漏对策进行处理, 但是在水泥清理及钻进时, 泥浆全部漏失的情况还是不断发生。因此, 一边注意浅部的地层崩塌, 一边继续清水顶漏钻进。在深度 527.50m 处, 钻探完成后, 提起 17-1/2" 钻具时, 178mmDC 和 5" 钻杆的连接栓断开。这时井内落物是 17-1/2" 钻头×17-1/2" 扶正器×8" NDC×203mmDC②×178mmDC②, 落物的头部在深度 481.70m 处。用丝锥组合钻具共计进行了三次打捞作业, 落物全部被收回了。之后, 又用同样的方式进行钻探, 在深度 578.49m 处提起增角组合钻具, 换用沿角组合钻具后继续钻进。在深度 630.02m 处停止了 17-1/2" 井的钻探。8 月 13 日开始将 13-3/8" 套管插入深度 622.31m 处, 注入水泥固井, 本段施工结束。

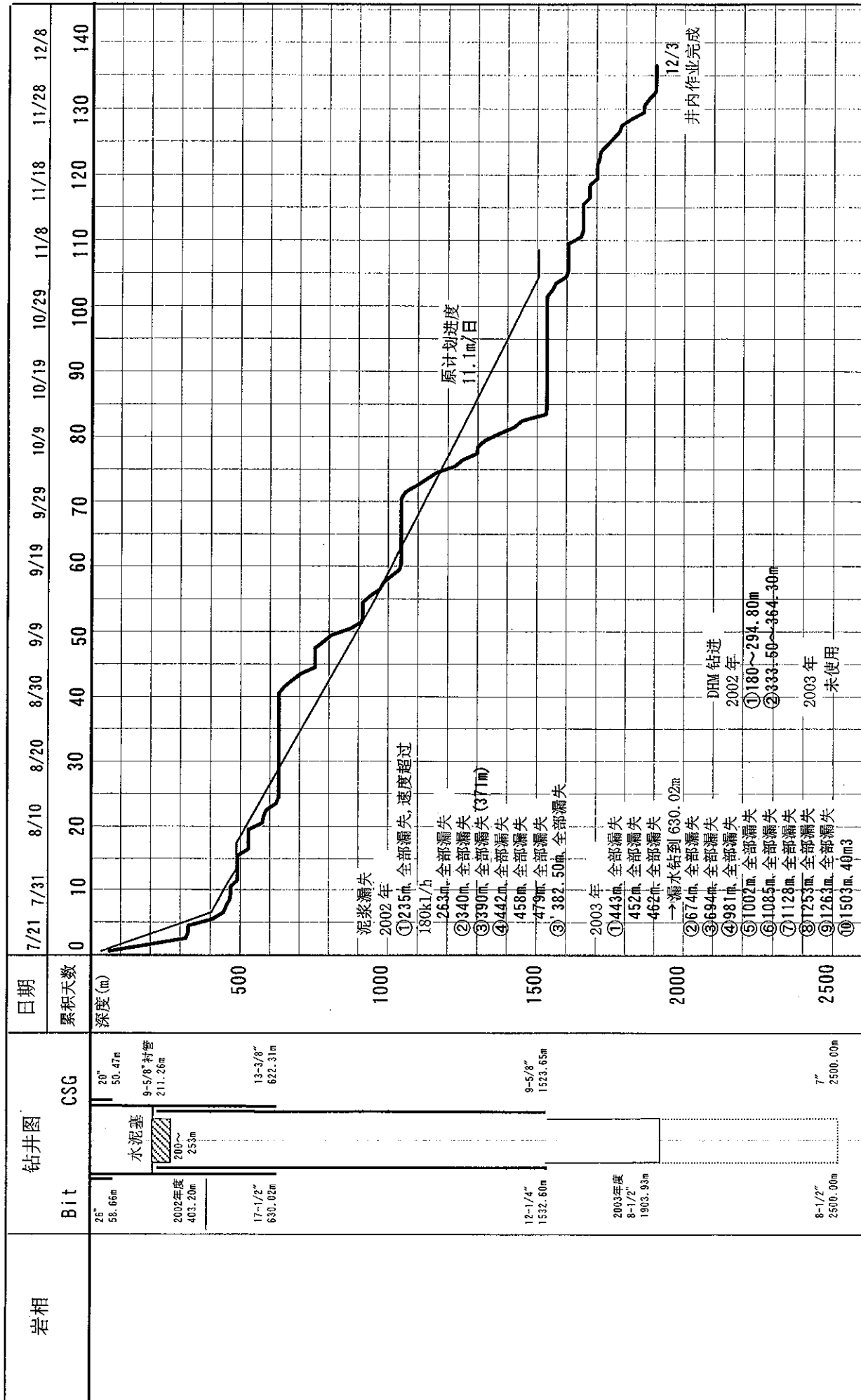


图 2-3-8 2003年 CJZK3001 钻探进度图

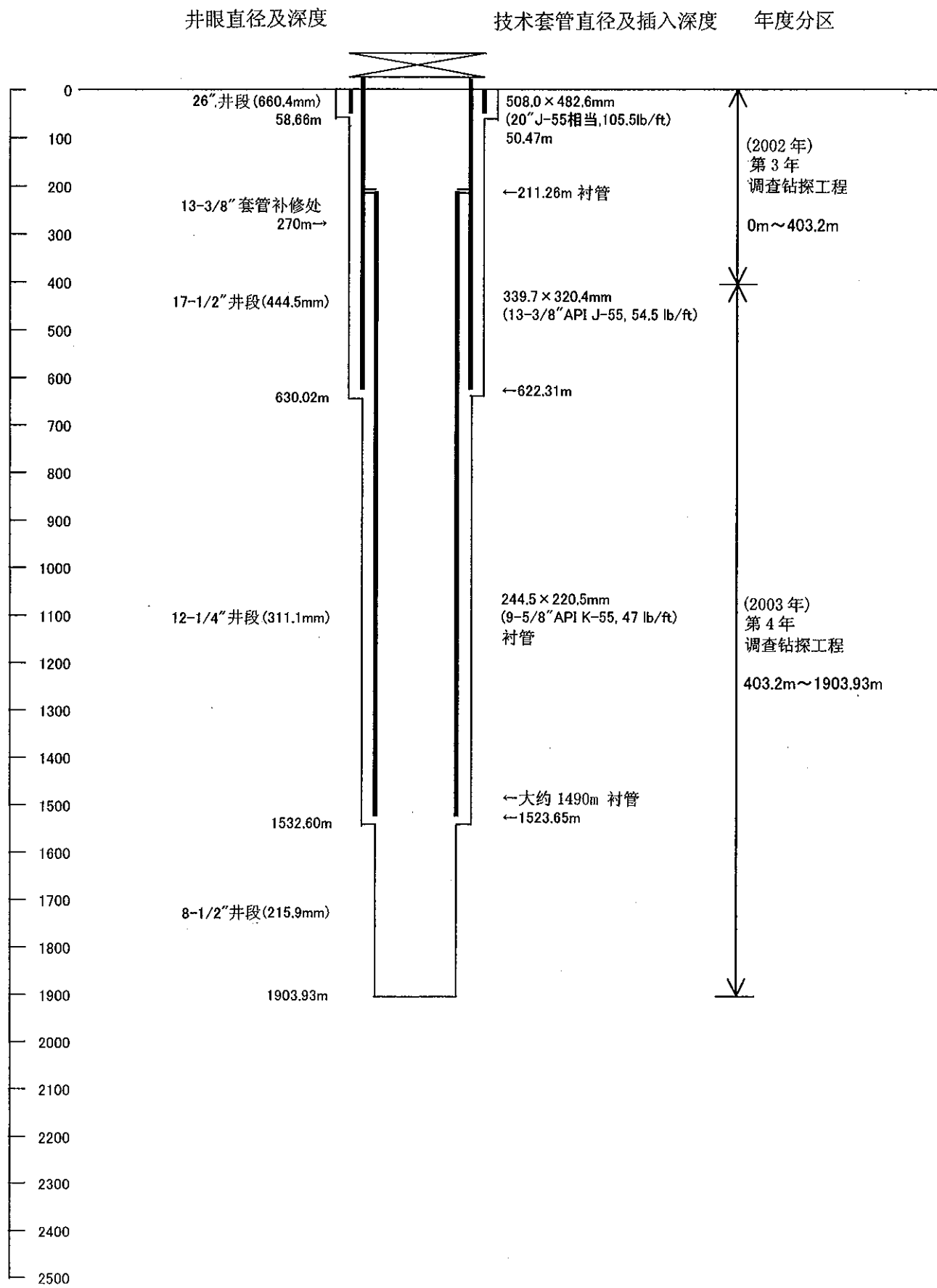


图 2 - 3 - 9 2003 年 CJZK3001 套管组合图

(3) 12-1/4" 井钻探 (深度 630.02~1,532.6 m)

从 2003 年 8 月 21 日起, 13-3/8" 套管内水泥塞清理工作正式开始。套管内水泥清理结束后, 在 13-3/8" 套管鞋末端注入水泥以及为处理间隙实施水泥注入。套管内的 PTS 检测结束后, 开始 12-1/4" 井的钻探工程。在深度 674m, 694m, 994m, 981m, 1,002m 处发生泥浆全部漏失。和前边一样处理漏失花费了大量时间。钻探到深度 1,044m 后, 在深度 270m 附近, 套管发生了事故 (由破裂引起的套管错断), 处理该事故大约花费了 10 天时间。处理过后, 钻探工程重新开始, 但是在深度 1,085 m 处再次发生泥浆全部漏失。一边采取堵漏措施, 一边钻探, 在深度 1,128m, 1,253m, 1,263m 处遇了短暂的泥浆全部漏失。在深度 1,503m 处发生了漏失量为 40m³ 的漏失, 在深度 1,532.6m 处停止了 12-1/4" 井的钻探工程。10 月 18 日开始将 9-5/8" 套管插到深度为 1,523.65m 处, 注入水泥固井, 该段施工结束。

(4) 8-1/2" 井钻探 (深度 1,532.6~1,903.93 m)

从 2003 年 10 月 27 日开始, 对 9-5/8" 套管内的水泥进行清理。10 月 30 日起开始了对 8-1/2" 井的钻探。从深度 1,539m 附近开始到 1,605m 附近有少量的泥浆漏失, 但是没有对钻探工程造成太大影响。在钻探工程持续过程中漏失自然堵塞了。落物事故发生了五次, 使回收作业花费了大量的时间。由于所用器材 (转台, 绞车制动器, 泥浆泵, 发动机) 不好使用, 旋转软管破损等, 遇到了不少事故, 致使修理也花费了许多时间。2003 年 11 月 30 日, 钻到深度 1,903.93m 时, 由于天气状况变得恶劣, 在这一天结束了本年度的钻探。在钻探完成阶段没发生泥浆漏失。钻探结束后, 用测定倾斜方位所用的绞车进行了 PTS 测井。由于担心绞车钢丝的强度, 把 5" 钻杆下到深度 1,891.48 m, PTS 检测仪器从 5" 钻杆内放下, 但是在深度 1,543 m 处卡住, 没能降下去。推测是由于泥水的胶结程度加大所致。PTS 检测结束后, 在深度 200m 的位置处, 进行了水泥桥固井。为了确保越冬期间的安全, 结束了井内作业。

(ii) 现场工地及主要机械设备

主要机械设备和 2002 年度钻探工程相同。

(iii) 套管及套管固井

(1) 13-3/8" 套管的设置

① 因堵塞深度 443m 以下的大规模泥浆漏失层极为困难, 在没有堵漏的情况下实施钻探到达 630.02m, 并在深度 622.31m 处设置了 13-3/8" 套管。

② 因 13-3/8" 套管的套管固井是在泥浆漏失状态下进行的, 没有实施全井眼注水

泥。日后，通过用套管鞋(深度 622.31 m)进行辅助固井，以及从地表向 13-3/8”套管和 20”套管的间隙部填充水泥，固定了 13-3/8”套管。水泥硬化后，在水泥清理过程中未发生泥浆漏失。

(2) 深度 270m 的 13-3/8”套管破损

① 13-3/8”套管设置后，在 12-1/4”钻探中 13-3/8”套管破损，再次发生泥浆漏失。钻进至深度 1,044m 后，利用压痕板检查，确认 13-3/8”套管在深度 270m 处断裂，管芯错位大约 2cm。

② 作为对策，用 12-1/4”扶正器校正破损部分，进行灌注水泥，将套管固定。

③ 推测造成套管破裂的原因有以下几点。17-1/2”井是在泥浆漏失状态下钻进，同时在 13-3/8”套管注入水泥。因此，13-3/8”套管和 17-1/2”井的环空面处，也许有的地方没有填充进水泥浆。深度约为 270m 处的地层温度在 170~180℃左右，按照 12-1/4”井钻探的泥浆漏失对策，反复对套管进行加热和冷却。因此，没有填充进水泥的套管部分，由于温度的变化而直接受到膨胀和收缩应力的作用，导致套管破断。

④ 为了防止以后喷气试验中 13-3/8”套管在深度 270m 的地方再次破损，9-5/8”套管上端部从原定深度 483m 变更为深度 211.26m。

(iii) 9-5/8”套管的设置

① 12-1/4”井钻到 1,532.6m 深度后，进行取岩芯，9-5/8”套管插入到深度 211.26~1,523.65 m 处。

② 套管中水泥注入时发生了泥浆返出。

③ 水泥硬化后，从水泥端部 1,049.03m 处开始进行水泥清理。清理过程中，在深度 1,435m 处发生泥浆漏失，但经过把泥浆漏失防止剂和泥水混合，堵塞了漏失。虽然曾担心 9-5/8”套管上端部(深度 211m)处的泥浆漏失，但用泥浆漏失防止剂较容易地堵漏，由此看来是小规模漏失。

(iv) 泥浆漏失及对策

(1) 17-1/2”井钻探时的漏失状况及对策

① 17-1/2”井钻探时在深度 443m, 452m, 462m 处遇到了大规模的泥浆漏失。这些泥浆漏失层的解决方案是使用泥浆漏失防止剂 28.9t, 水泥 33t 等，但没能完全堵漏。

② 堵塞深度 443m 以下的大规模泥浆漏失层极为困难，在没有堵漏的情况下实施

钻探到达深度 630.02m, 并设置了 13-3/8" 套管。

③ 13-3/8" 套管的套管固井在泥浆漏失状态下进行, 没能实施全井眼注水泥。通过增强套管鞋端部和顶部作业固定了套管。

(2) 12-1/4" 井钻探时的泥浆漏失情况和对策

① 追加配备解决泥浆漏失所需资材

如果对深度 630.02~1532.6m 的 12-1/4" 井钻探时遇到和钻 17-1/2" 井一样的大规模泥浆漏失多发问题, 那么堵塞所有的泥浆漏失, 必须用全井眼注水泥来完成地热蒸汽通道 9-5/8" 套管的设置。

利用日本最新泥浆漏失解决技术, 为了堵塞大规模的泥浆漏失层使用了和日本产相当的中国产泥浆漏失对策材料, 采购利用了胜利油田开发的堵漏材料和技术。

② 新堵漏材料

由中国山东省胜利油田的东营市维科特石油科技有限责任公司开发的堵漏材料, 以复合增强剂, 复合填充剂为主体, 根据泥浆漏失状况, 和普通复合堵漏剂(泥浆漏失防止剂)及水泥混合, 再进一步添加使这些材料能均一分散在泥浆中的调整剂进行调整而成。复合增强剂中含有水泥成分, 具有比泥浆漏失防止剂更能增强对裂缝堵塞效果的特性。

③ 泥浆漏失对策

12-1/4" 井钻探中, 深度 674m, 694m, 981m, 1,002m, 1,085m, 1,128m, 1,253m, 1,263m, 1,503m 处发生泥浆全部漏失, 且多次发生了大规模漏失。

因为新用的堵漏材料经使用后提高了堵塞大规模泥浆全部漏失层的效果, 这种新材料被重点继续使用, 成功堵塞了大规模漏失层。最终, 钻进到深度 1,532.6m, 基本按预定计划进度进行了钻探工程。

复合增强剂, 复合填充剂等新型堵漏材料再加上普通堵漏材料的泥浆漏失防止剂及水泥, 使用量合计为 77.08t。12-1/4" 井使用的堵漏材料见表 2-3-7。

(v) 钻头记录

8-1/2" 井钻探的钻头记录见表 2-3-8。主要使用插入式三牙轮钻头。由于随钻探深度的增加, 地层温度上升, 钻头寿命倾向于变短。鉴于三牙轮钻头的牙轮掉落事故发生了两次, 在深度 1,680m 以下, 每钻进 20m 左右, 要检查一次钻进情况, 同时判断钻头寿命。深度 1,680m 以下钻头寿命实际是 19~42 m/支。此外, 使用过一支无旋转

表 2-3-7 2003 年 12-1/4" 井泥浆漏失对策材料使用量

材料名称	标记	使用量 (kg)	单价 (元/kg)	金额 (人民币)
1 耐高温增粘剂	SD-LHV	6,975	31.30	218,318
2 高温流型调节剂	SD-R	1,930	23.002	44,394
3 高温密度调节剂	VT-D	4,310	30.20	130,162
4 耐高温降滤失剂	SD-LFST	5,480	32.30	177,004
5 耐高温降粘剂	VT-HX	1,200	30.80	36,960
6 复合型增粘剂	VT-I	6,550	18.50	121,175
7 复合型降滤失剂	VT-II	6,355	17.30	109,942
8 复合型填充剂	VF-I	17,105	11.46	196,023
9 复合型加固剂	VF-II	20,975	10.32	216,462
10 多功能流型调节剂	SF-II	5,200	20.037	104,192
11 可变型高效粘合剂	VTL-I	1,000	4.96	4,960
小计		77,080		
12 复合型堵漏剂	I 型、II 型	61,650	10.00	616,500
13 膨胀土		148,110	1.60	236,976
14 水泥		40,500	1.80	72,900
15 聚丙烯酰胺		2,880	9.50	27,360
16 纯碱	Na ₂ CO ₃	5,280	3.85	20,328
17 熟石灰	Ca(OH) ₂	600	3.45	2,070
18 石灰	CaO	18,000	1.10	19,800
合计				2,355,526

表 2-3-8 2003 年 CJZK3001 钻头记录 (8-1/2" 井段)

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
1	8-1/2"	<8-1/2"井段>				
2	8-1/2"	1, 049.03 ~ 1, 464.34	415.31	7~8	插入式	水泥清理
"	8-1/2"	1, 464.34 ~ 1, 552.60	88.26	7~8	插入式	水泥清理
3	8-1/2"	1, 552.60 ~ 1, 555.40	2.80	7~8	插入式	
4	8-1/2"	1, 555.40 ~ 1, 605.06	49.66	7~8	插入式	接头的栓部折断脱落, 中止钻探
5	8-1/2"	1, 605.06 ~ 1, 655.70	50.64	7~8	插入式	掉落3个钻头牙轮
6	8-1/2"	1, 650.00 ~ 1, 654.80	4.80	10	一体式	矫正清理中钻头栓部的螺丝磨损脱落
7	8-1/2"	1, 655.70 ~ 1, 677.50	21.80	7~8	插入式	5"钻杆断裂, 掉落3个钻头牙轮
8	8-1/2"	1, 677.50 ~ 1, 678.40	0.90	4	PDC	西藏电力工业局免费提供, 钻进速率低
9	8-1/2"	1, 678.40 ~ 1, 702.99	24.59	7~8	插入式	
10	8-1/2"	1, 702.99 ~ 1, 710.00	7.01	7~8	插入式	受卡钻影响中断钻探(差压卡钻)
11	8-1/2"	1, 710.00 ~ 1, 729.00	19.00	7~8	插入式	
12	8-1/2"	1, 729.00 ~ 1, 756.80	27.80	7~8	插入式	
13	8-1/2"	1, 756.80 ~ 1, 779.00	22.20	7~8	插入式	
14	8-1/2"	1, 779.00 ~ 1, 820.00	41.00	7~8	插入式	
15	8-1/2"	1, 820.00 ~ 1, 862.49	42.49	7~8	插入式	
16	8-1/2"	1, 862.49 ~ 1, 884.93	22.44	7~8	插入式	
	8-1/2"	1, 884.93 ~ 1, 903.93	19.00	7~8	插入式	

部分的一体型 PDC 钻头，它是由西藏电力工业局无偿提供的。PDC 钻头因无旋转部分而耐高温，如能延长钻头寿命，就可以减少更换钻头的次数，从而可以缩短工期，于是使用了 PDC 钻头。但是，PDC 钻头几乎没有向前钻进多少，仅钻进 0.9m 就中止使用。可能是牙齿较细的缘故，不适合此地层。此外，也有可能是所配置的钻机不能带动 PDC 钻头高速旋转，致使 PDC 钻头的性能未能发挥出来。

(vi) 倾斜钻探记录

本年度结束钻探时的深度是 1903.93m，未达到靶子目标深度 2,000m。17-1/2”井因多次发生泥浆漏失，不得不首先解决频繁发生的漏失问题。因为保持原计划制定的增角率钻进相当困难，倾斜角达不到计划角度。但是，12-1/4”井段成功实施了增角钻进，基本上恢复到了计划井眼轨迹。此外，沿角钻进井段时也保持了约 20° 的倾斜角，本年度钻探结束时的井眼轨迹剖面基本按计划进行的。此外，在方位上，17-1/2”井在 W 方位上有摆动。在 12-1/4”及 8-1/2”井钻探时，向上回转，造成井眼轨迹摆动，钻探结束时的井轨迹平面也基本上按计划完成。总体来看，今年的钻探工程充分收在允许范围内，保持了井眼轨迹。本年度钻探结束时的方位倾斜计算结果见表 2-3-9，井眼轨迹平面，剖面图分别见图 2-3-10，图 2-3-11。从井底部（深度 1903.93m）的方位倾斜及 8-1/2”井的钻探情况来判断，下一年再次钻探开工时，如果实行微增角钻进或者用沿角组合来钻探，则很可能可以达到目标中心。

(vii) 采取岩芯

接近计划采样深度 1,200m 后，在深度 1,222~1,222.8m 间进行取岩芯，采到大约 0.2m 长的岩芯。此外，为查明 12-1/4”井钻探结束时的裂隙发展情况，作为替代原定于深度 1,700m 处的岩芯采样计划，在深度 1,532.6~1,533.3m 之间实行了岩芯钻探，取到大约 0.2m 长的岩芯。

(viii) 井口装置

图 2-3-12 所示为设置 13-3/8”套管后钻探用的井口装置。西藏地热地质大队拥有防止地热流体暴喷的冲压式暴喷防止装置（BOP）。但因不了解操作方法，至今未被使用过。能供给驱动 BOP 所需高压流体的压缩机备齐后，在西藏首次使用 BOP，没有发生地热流体的暴喷事故，有效保证了作业的安全和井眼的安全。

(ix) 落物事故及对策

(1) 17-1/2”井的落物事故

① 5”钻杆的螺丝损坏

Wellname:CJZK3001 (Sidetrack)

Projection:N W 20.00

表 2-3-9 2003 年 CJZK3001 方位倾斜计算结果

No	钻进长度		倾斜		方位		垂直深度 m	南北偏距 m	东西偏距 m	井底方位		偏距 m	DLS dg/30m
	m	dd.mm	dd.mm	dd.mm	dd.mm	dd.mm							
1	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	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

Wellname:CJZK3001 (Sidetrack)

Projection:N W 20.00

表 2 - 3 - 9 2003 年 CJZK3001 方位倾斜计算结果

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	N	W	dd.mm	m	m	m	dd.mm	m	dg/30m		
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
57	1601.02	18.34	N	W	19.50	1531.73	379.92	-162.67	N	W	23.11	413.28	0.60
58	1629.64	15.52	N	W	15.47	1559.07	387.98	-165.26	N	W	23.04	421.71	3.03
59	1658.21	16.36	N	W	16.39	1586.50	395.65	-167.50	N	W	22.57	429.65	0.81
60	1686.74	17.59	N	W	12.19	1613.74	403.86	-169.62	N	W	22.47	438.03	2.06
61	1715.35	18.23	N	W	12.22	1640.92	412.58	-171.52	N	W	22.34	446.82	0.42
62	1743.92	18.56	N	W	12.59	1667.99	421.50	-173.53	N	W	22.23	455.82	0.62
63	1772.54	19.02	N	W	14.26	1695.05	430.54	-175.74	N	W	22.12	465.03	0.51
64	1801.12	20.14	N	W	13.23	1721.97	439.86	-178.04	N	W	22.02	474.53	1.32
65	1829.75	20.31	N	W	14.45	1748.81	449.53	-180.47	N	W	21.52	484.41	0.59
66	1858.32	20.46	N	W	14.22	1775.54	459.28	-183.00	N	W	21.43	494.40	0.30
67	1866.31	20.45	N	W	12.44	1783.01	462.03	-183.66	N	W	21.41	497.20	2.17
68	1894.93	20.56	N	W	14.20	1809.76	471.93	-186.04	N	W	21.31	507.28	0.63
69	1903.93	20.49	N	W	13.38	1818.17	475.05	-186.82	N	W	21.28	510.46	0.91

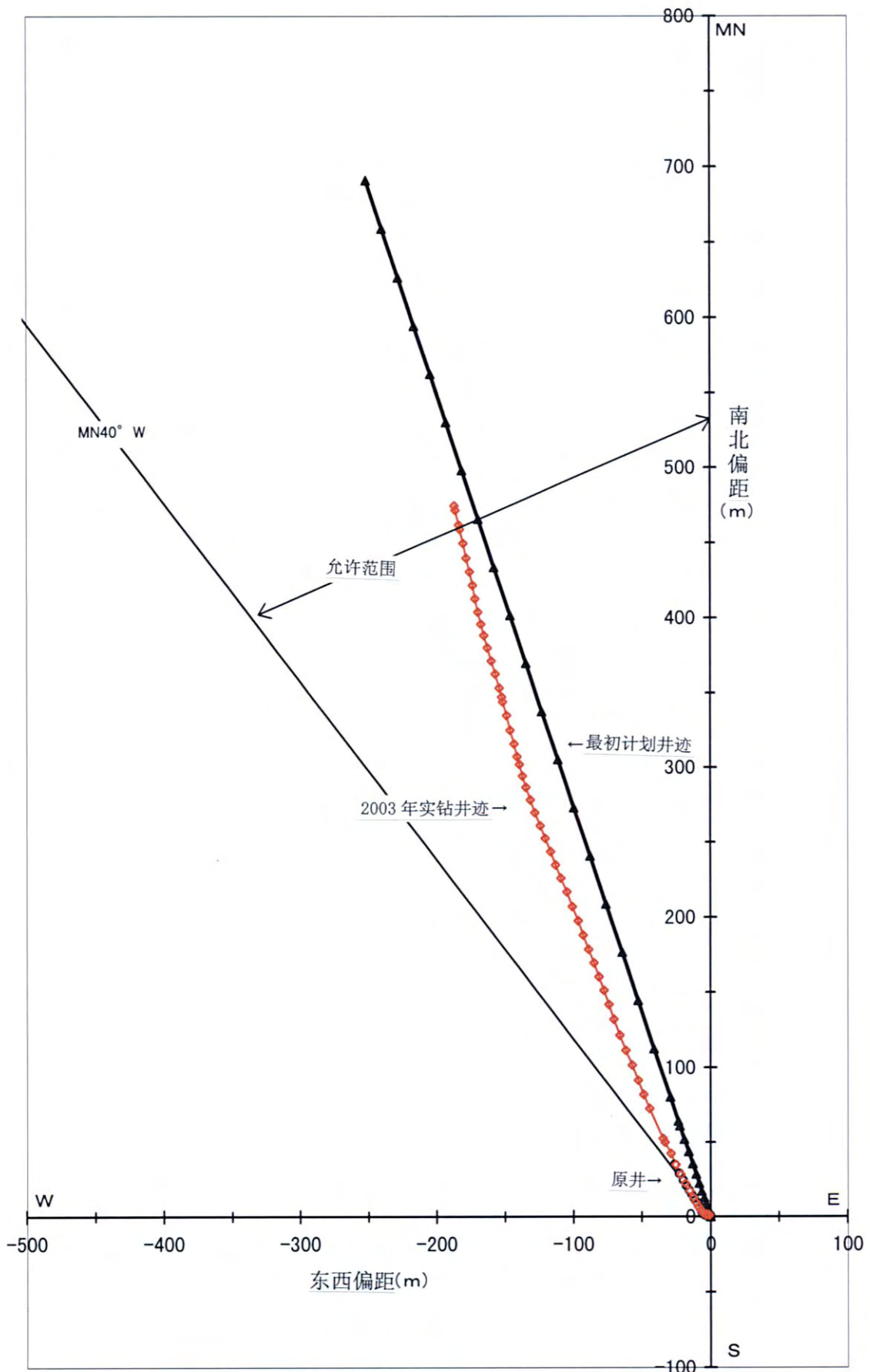


图 2 - 3 - 1 0 2003 年 CJZK3001 井迹平面图

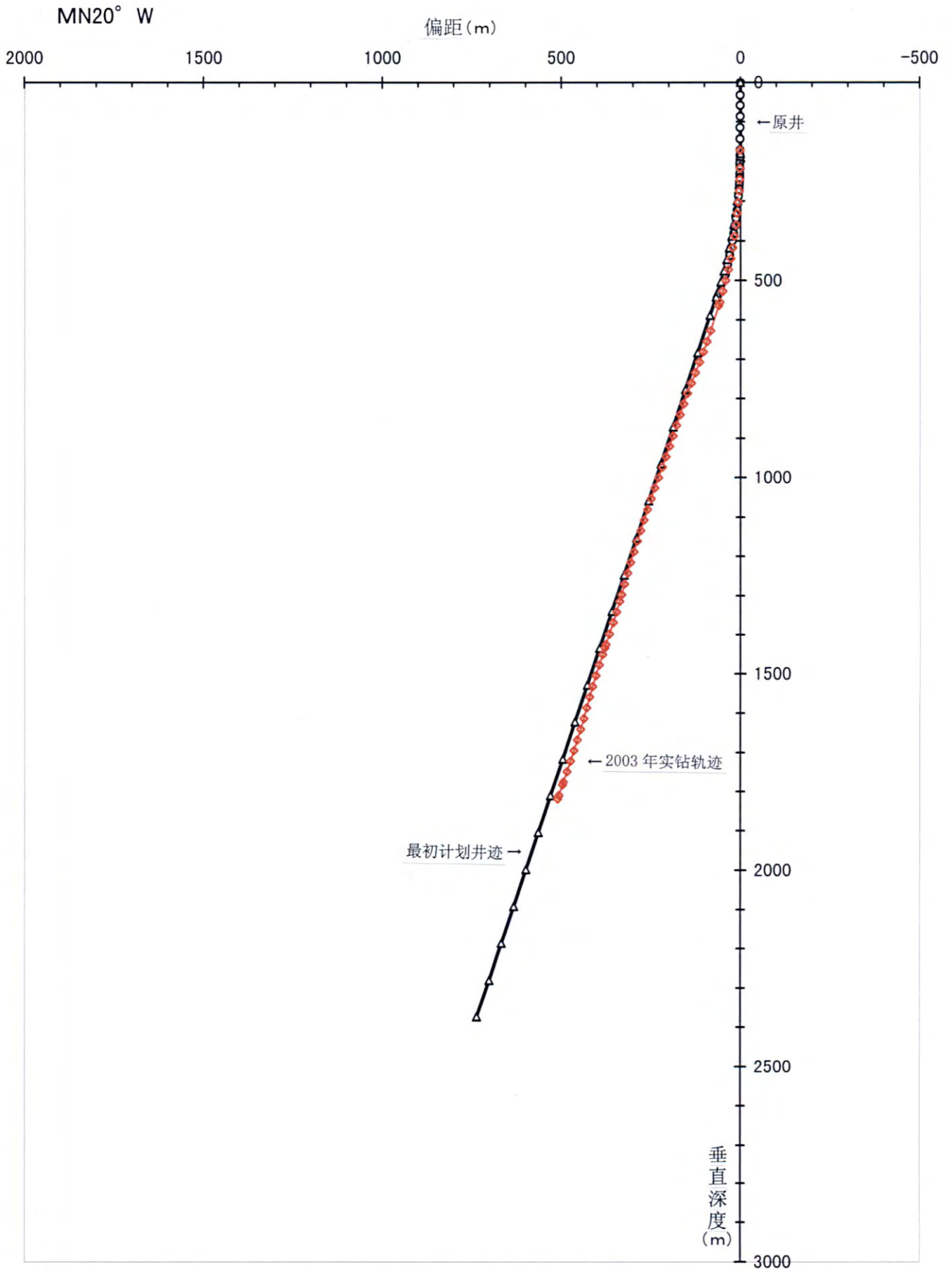
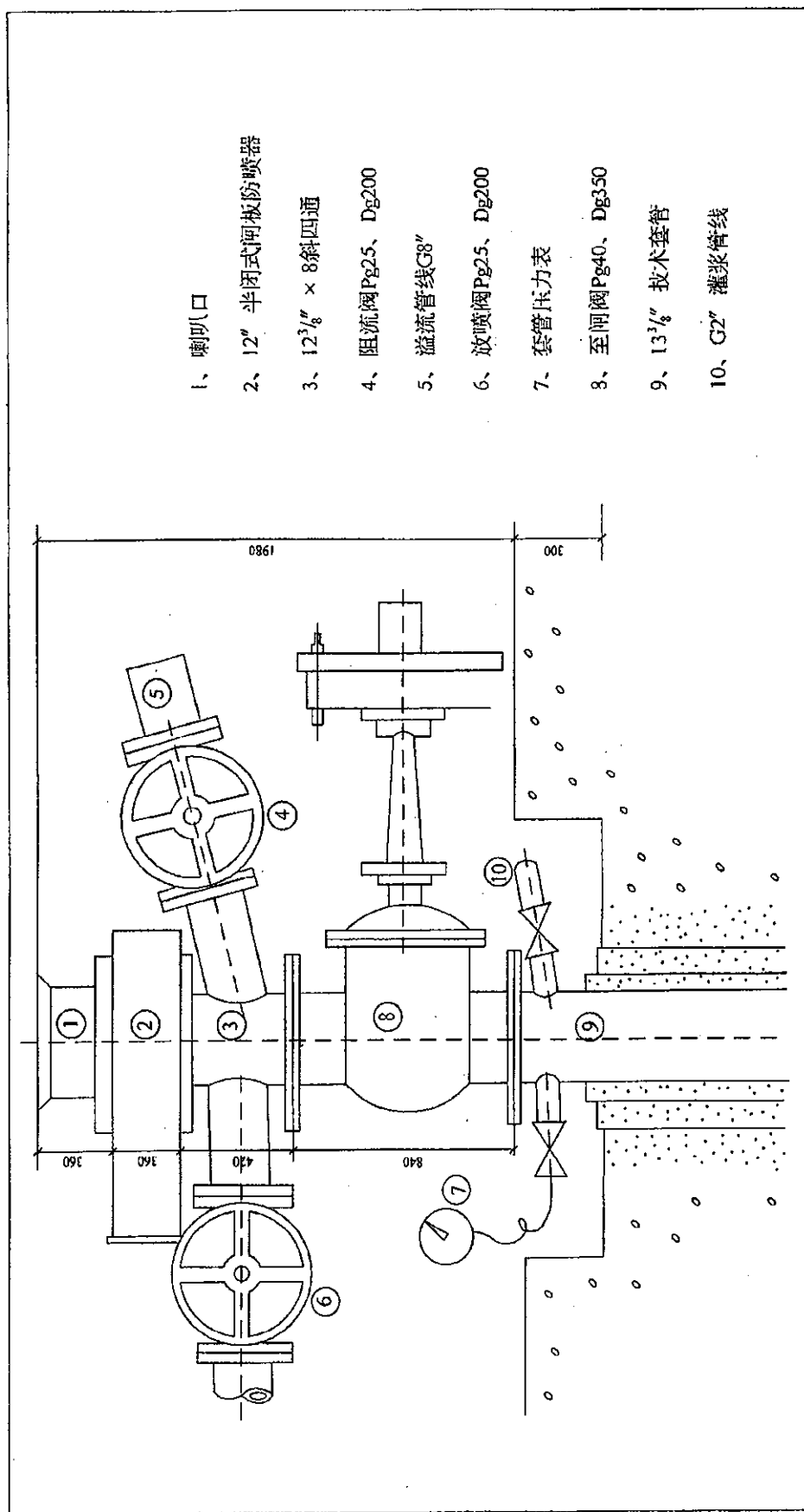


图 2-3-11 2003 年 CJZK3001 井迹剖面图



- 1、喇叭口
- 2、12" 半闭式闸板防喷器
- 3、12³/₈" × 8斜四通
- 4、阻流阀Pg25、Dg200
- 5、溢流管线G8"
- 6、放喷阀Pg25、Dg200
- 7、套管压力表
- 8、至闸阀Pg40、Dg350
- 9、13³/₄" 技术套管
- 10、G2" 灌浆管线

图 2-3-1-2 钻探用井口装置