

陶忽图矿副井冻结分析报告

开滦建设集团有限责任公司制冷工程处

陶忽图煤矿冻结项目部

2023年11月19日

东欢坨新回风井冻结分析报告

一、冻结设计主要参数

东欢坨新回风井井筒主要技术特征及施工参数

| 序号 | 项目 | 单位 | 副井 |
|----|----------|-----|-----------|
| 1 | 井口标高 | m | +14.22 |
| 2 | 冻结深度 | m | 437 |
| 3 | 井筒净直径 | m | 7.00 |
| 4 | 冻结段井壁结构 | | 双层井壁 |
| 5 | 冻结段井壁厚度 | mm | 1200~1800 |
| 6 | 井筒外壁掘砌速度 | m/月 | 90 |
| 7 | 井筒内壁套壁速度 | m/月 | 240 |
| 8 | 井筒深度 | m | 423.47 |
| 9 | 井筒最大荒径 | m | 15.206 |

冻结孔布置主要参数表

| 序号 | 项 目 名 称 | 单 位 | 新回风井 | 备注 |
|----|-----------|-------|------|---------------|
| 1 | 主冻结孔 | 圈径 | m | 17.2 |
| | | 孔数 | 个 | 44 |
| | | 开孔间距 | m | 1.227 |
| | | 深度 | m | 437.00 |
| | | 至井帮距离 | m | 3.500 ~ 4.300 |
| 2 | 辅助 冻结孔 | 圈径 | m | 14.00 |
| | | 孔数 | 个 | 14 |
| | | 开孔间距 | m | 3.140 |
| | | 深度 | m | 347.00 |
| | | 至井帮距离 | m | 1.900 ~ 2.700 |
| 3 | 防片帮孔 | 圈径 | m | 11.80 |
| | | 孔数 | 个 | 14 |
| | | 开孔间距 | m | 2.647 |
| | | 深度 | m | 153.00 |

| | | | | |
|---|---------------|-----|-------------------|---------------------------|
| | 至井帮距离 | m | 1.200 | |
| 4 | 水文孔布置 (深度/个数) | m/个 | 317.00/1 143.00/1 | Φ108×5mm (采用花管) Φ127×6mm) |
| 5 | 测温孔布置 (深度/个数) | m/个 | 437.00/3 352.00/1 | Φ108×5mm |
| 6 | 冻结孔工程量 | m | 26228 | |
| 7 | 钻孔工程量 | m | 28351 | |

二、冻结运行情况

1、站内开机：新回风井冻结站 12 月 5 日 14:00 开机运转，到今天积极冻结 149 天整，开启 9 组螺杆机、9 台冷凝器、2 台盐水泵以及各附属设备，站内设备运行正常。

2、盐水温度：盐水去路温度-31.56℃，盐水回路-25.56℃；盐水去、回路温度达到设计要求。

3、盐水流量：站内开启 2 台 12SH-6 盐水泵，盐水干管压力 0.47MPa 左右，视冻结壁发展情况实时调整流量，目前盐水流量为 600m³/h 左右，满足冻结壁发展要求，外圈主孔保持在 13m³/h；内圈孔流量已关闭。

三、测温孔数据分析

测温孔是反映冻结扩展情况的最直接观察手段，其布置上综合考虑了水流方向及冻土向内、向外及冻结孔之间的温度变化规律等因素，设计 C1 距离冻结孔 1.8m,C2 距离冻结孔 1.2m, C3 开孔距离冻结孔 1.2m.

实际测温孔温度数据显示，由于 C1 在冻结壁外侧且水流上方，温度略微偏高，属正常情况，每天降温速率在-0.06℃ ~ -0.13℃之间，满足井筒掘砌要求；C2 测温孔 255m-439m 均已降至零下，且各点每天降温速率在-0.12℃ ~ -0.18℃之间稳步下降；C3 温度 570m 以浅均已降至零下，平均每天各点下降-0.06 ~ -0.13℃之间，降温情况正

常。

测温孔实时数据

| 副井工作面 | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|------|--------|-------|------|--------|-------|
| 从 2023-11-18 17:07:05 到 2023-11-19 17:07:05 | | | | | | | | | |
| 岩性 | C1 | 实时值 | 涨降值 | C2 | 实时值 | 涨降值 | C3 | 实时值 | 涨降值 |
| 风积砂层 | 5m | -3 | -0.12 | 5m | -6.5 | -0.19 | 5m | -14 | -0.12 |
| 风积砂层 | 10m | -3.5 | -0.06 | 10m | -11.12 | -0.12 | 10m | -15.94 | -0.06 |
| 细砂 | 25m | -5.44 | -0.06 | 25m | -11.31 | -0.12 | 25m | -15.06 | -0.06 |
| 细砂 | 35m | -6.12 | -0.06 | 35m | -10.56 | -0.12 | 35m | -14.38 | -0.07 |
| 粗粒砂岩 | 50m | -7.12 | -0.06 | 50m | -9.88 | -0.13 | 50m | -14.06 | -0.06 |
| 粗粒砂岩 | 65m | -7.75 | -0.13 | 65m | -9.81 | -0.12 | 65m | -13.5 | 0.00 |
| 细粒砂岩 | 75m | -7.25 | -0.13 | 75m | -9 | -0.12 | 75m | -13.62 | 0.00 |
| 粗粒砂岩 | 95m | -8.19 | -0.07 | 95m | -9.69 | 0.00 | 95m | -14.19 | 0.00 |
| 粗粒砂岩 | 110m | -6.5 | -0.06 | 110m | -8.69 | -0.07 | 110m | -13.75 | -0.06 |
| 粗粒砂岩 | 130m | -3.56 | -0.06 | 130m | -7.19 | -0.07 | 130m | -14.19 | -0.07 |
| 细粒砂岩 | 150m | 0.56 | -0.06 | 150m | -6.19 | -0.07 | 150m | -12.88 | -0.07 |
| 细粒砂岩 | 170m | 0.94 | -0.06 | 170m | -4.88 | -0.07 | 170m | -9.75 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 185m | 2.81 | -0.07 | 185m | -4.38 | -0.07 | 185m | -8.88 | -0.07 |
| 细粒砂岩 | 197m | 2.56 | -0.06 | 197m | -4.5 | 0.00 | 197m | -8.5 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 215m | 0.75 | -0.06 | 215m | -5.69 | 0.00 | 215m | -8.5 | 0.00 |
| 细粒砂岩 | 235m | 0.44 | -0.06 | 235m | -5.81 | 0.00 | 235m | -7.94 | 0.00 |
| 细粒砂岩 | 255m | 0.12 | -0.07 | 255m | -6.25 | -0.13 | 255m | -7.69 | -0.13 |
| 细粒砂岩 | 275m | 0.06 | 0.00 | 275m | -6.88 | -0.13 | 275m | -7.75 | -0.13 |
| 细粒砂岩 | 295m | 0.06 | -0.06 | 295m | -6.31 | -0.12 | 295m | -7.38 | -0.13 |
| 中粒砂岩 | 305m | 0.31 | -0.07 | 305m | -6.44 | -0.13 | 305m | -6.5 | -0.12 |
| 中粒砂岩 | 325m | 0.06 | -0.06 | 325m | -5.62 | -0.06 | 325m | -7.31 | -0.12 |
| 中粒砂岩 | 345m | 0.75 | -0.06 | 345m | -4.5 | -0.12 | 345m | -6.62 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 364m | 0.62 | -0.13 | 364m | -5.38 | -0.13 | 364m | -6.81 | -0.12 |
| 细粒砂岩 | 380m | 2 | -0.06 | 380m | -3.75 | -0.13 | 380m | -3.62 | -0.12 |
| 泥岩 | 390m | 3.38 | -0.06 | 390m | -2.12 | -0.18 | 390m | -1.44 | -0.06 |
| 中粒砂岩 | 405m | 3.12 | -0.13 | 405m | -4.62 | -0.12 | 405m | -3.94 | -0.13 |
| 粉砂岩 | 425m | 4.88 | -0.06 | 425m | -4.44 | -0.06 | 425m | -2.25 | -0.13 |
| 粉砂岩 | 445m | 4.94 | -0.06 | 439m | -4.62 | -0.12 | 445m | -4.25 | -0.13 |

副井工作面

从 2023-11-18 17:07:05 到 2023-11-19 17:07:05

| 岩性 | C1 | 实时值 | 涨降值 | C2 | 实时值 | 涨降值 | C3 | 实时值 | 涨降值 |
|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|
|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|

| | | | | | | | | | |
|------|------|-------|-------|--|--|--|------|-------|-------|
| 细粒砂岩 | 460m | 5.31 | -0.13 | | | | 460m | -2.38 | -0.13 |
| 粉砂岩 | 480m | 4.94 | -0.12 | | | | 480m | -4.62 | -0.12 |
| 中粒砂岩 | 500m | 6.75 | -0.06 | | | | 500m | -0.25 | -0.06 |
| 无芯 | 515m | 5.44 | -0.06 | | | | 515m | 0.88 | -0.06 |
| 中粒砂岩 | 535m | 8.25 | -0.06 | | | | 535m | -0.75 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 550m | 8 | -0.06 | | | | 550m | -0.25 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 570m | 9.69 | -0.12 | | | | 570m | -0.06 | -0.12 |
| 粉砂岩 | 580m | 10.06 | -0.06 | | | | 580m | 1.62 | -0.13 |
| 中粒砂岩 | 600m | 12 | -0.06 | | | | 600m | 0.06 | -0.13 |
| 粉砂岩 | 620m | 9.19 | -0.12 | | | | 620m | 1.81 | -0.13 |
| 粗粒砂岩 | 635m | 11.81 | -0.07 | | | | 635m | 1.44 | -0.06 |
| 粗粒砂岩 | 645m | 11.12 | -0.07 | | | | 645m | 0.69 | -0.06 |
| 2 煤 | 662m | 13.75 | -0.06 | | | | 662m | 1.38 | -0.06 |
| 粗粒砂岩 | 667m | 12 | -0.12 | | | | 667m | 1.88 | -0.06 |
| 中粒砂岩 | 680m | 10.81 | -0.13 | | | | 680m | 2.5 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 690m | 10.25 | -0.06 | | | | 690m | 3.44 | -0.12 |
| 粉砂岩 | 702m | 9.62 | -0.13 | | | | 702m | 2.75 | -0.06 |
| 细粒砂岩 | 715m | 7.44 | -0.12 | | | | 715m | 1.94 | -0.12 |
| 3 煤 | 725m | 26.31 | -0.07 | | | | 725m | 1.56 | -0.13 |
| 细粒砂岩 | 740m | 9.06 | -0.06 | | | | 740m | 3.25 | -0.13 |
| 中粒砂岩 | 755m | 9.38 | -0.06 | | | | 755m | 3.06 | -0.13 |
| 4 煤 | 760m | 12 | -0.12 | | | | 760m | 3.19 | -0.12 |
| 中粒砂岩 | 775m | 9.31 | -0.13 | | | | 775m | 3.94 | -0.12 |
| 细粒砂岩 | 790m | 10.19 | -0.12 | | | | 790m | 1.31 | -0.13 |
| 粉砂岩 | 801m | 25.94 | -0.06 | | | | 801m | 3.75 | -0.13 |

四、冻结壁预测

掘进速度及冻结壁形成预测表

| 序号 | 掘砌深度 (m) | 冻结时间 (天) | 井帮温 度(℃) | 冻结壁平均 温度(℃) | 冻结壁 厚度 (m) | 岩性 |
|----|-------------|-------------|-------------|----------------|---------------|------|
| 1 | 260 | 149 | 2 ~ -1 | -10.6 | 5.3 | 粗粒砂岩 |
| 2 | 300 | 159 | 2 ~ -2 | -10.6 | 5.3 | 细粒砂岩 |
| 3 | 340 | 169 | 2 ~ -2 | -11 | 5.6 | 细粒砂岩 |
| 4 | 380 | 179 | 2 ~ -2 | -11 | 5.6 | 细粒砂岩 |

五、井帮温度、测温孔变化曲线

| 日期 | 观测深度 (m) | 掘进荒径 (m) | 岩性 | 井邦温度 (°C) | | | |
|------------|----------|-------------|------|-----------|----------|----------|----------|
| | | | | E (东) | S (南) | W (西) | N (北) |
| 2023/11/12 | 230-234 | 13.41m | 细粒砂岩 | 2.9 | 2.5 | 2.7 | 2.2 |
| 2023/11/13 | 234-238 | 13.41m | 细粒砂岩 | 2.9 | 2.3 | 2.9 | 3.1 |
| 2023/11/14 | 238-242 | 13.41m | 细粒砂岩 | 2.2 | 2.1 | 2.8 | 2.4 |
| 2023/11/15 | 242-246 | 13.41m | 细粒砂岩 | 1.9 | 2.1 | 2.2 | 2.3 |
| 2023/11/16 | 246-250 | 13.41m | 细粒砂岩 | 1.4 | 1.1 | 1.7 | 2.1 |
| 2023/11/17 | 250-254 | 13.41m | 细粒砂岩 | 1.1 | 1.6 | 2 | 1.4 |
| 2023/11/18 | 254-258 | 13.41m | 细粒砂岩 | 0.9 | 0.5 | 1.8 | 2.1 |
| 2023/11/19 | 258-262 | 14.30m | 细粒砂岩 | -0.6 | -0.3 | 0.9 | 1.2 |

图 1、副井冻结 C1 测温孔变化曲线



图 2、副井冻结 C2 测温孔变化曲线

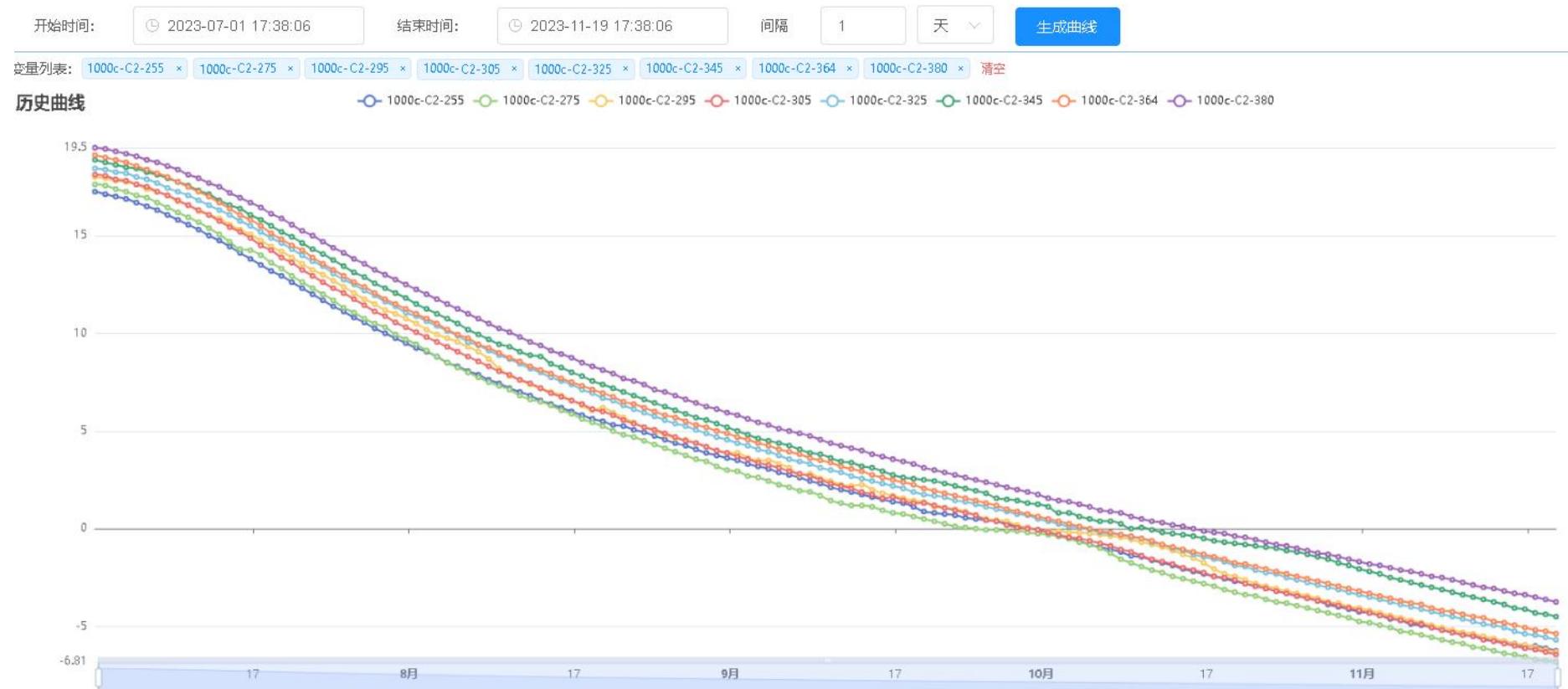


图 3、副井冻结 C3 测温孔变化曲线

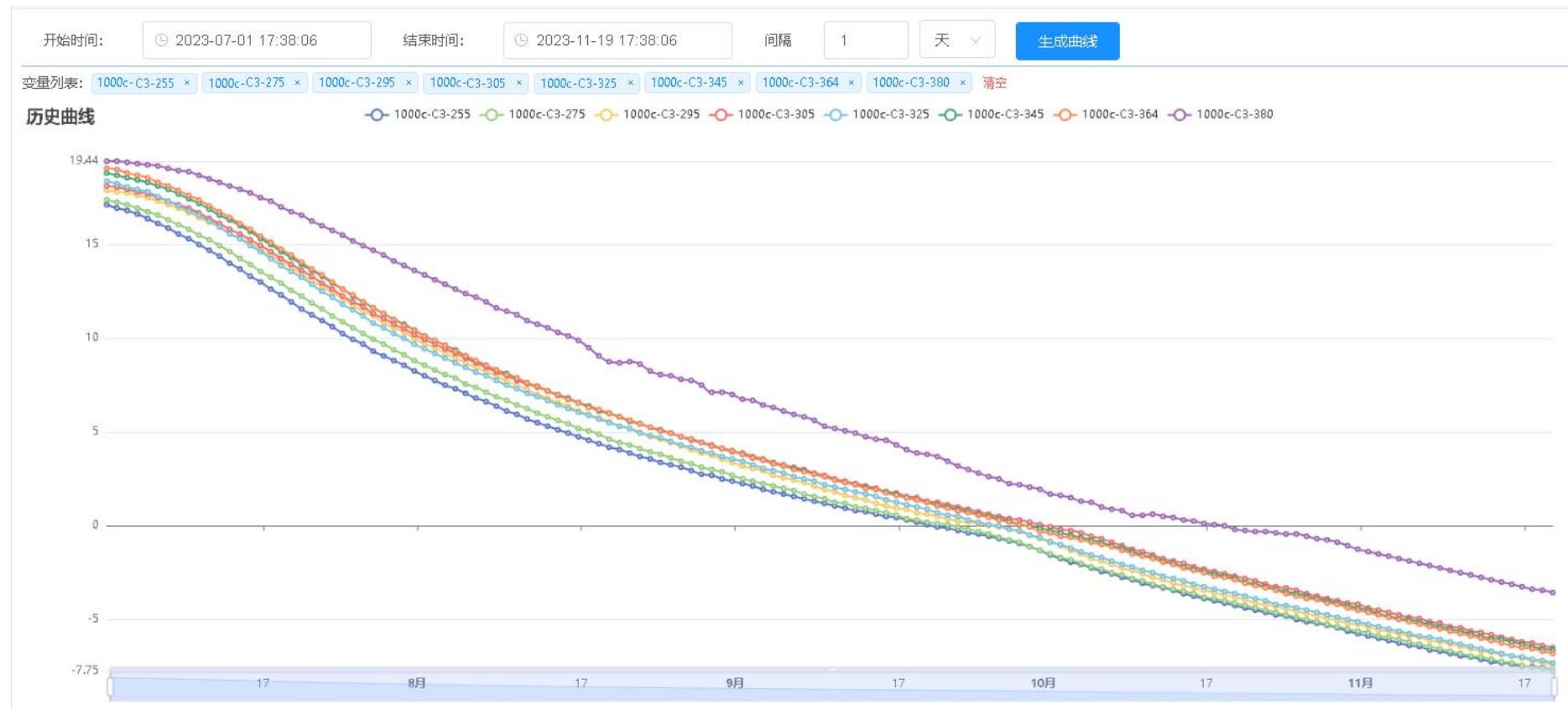


图 1、260m 第 149 天冻结壁交圈情况

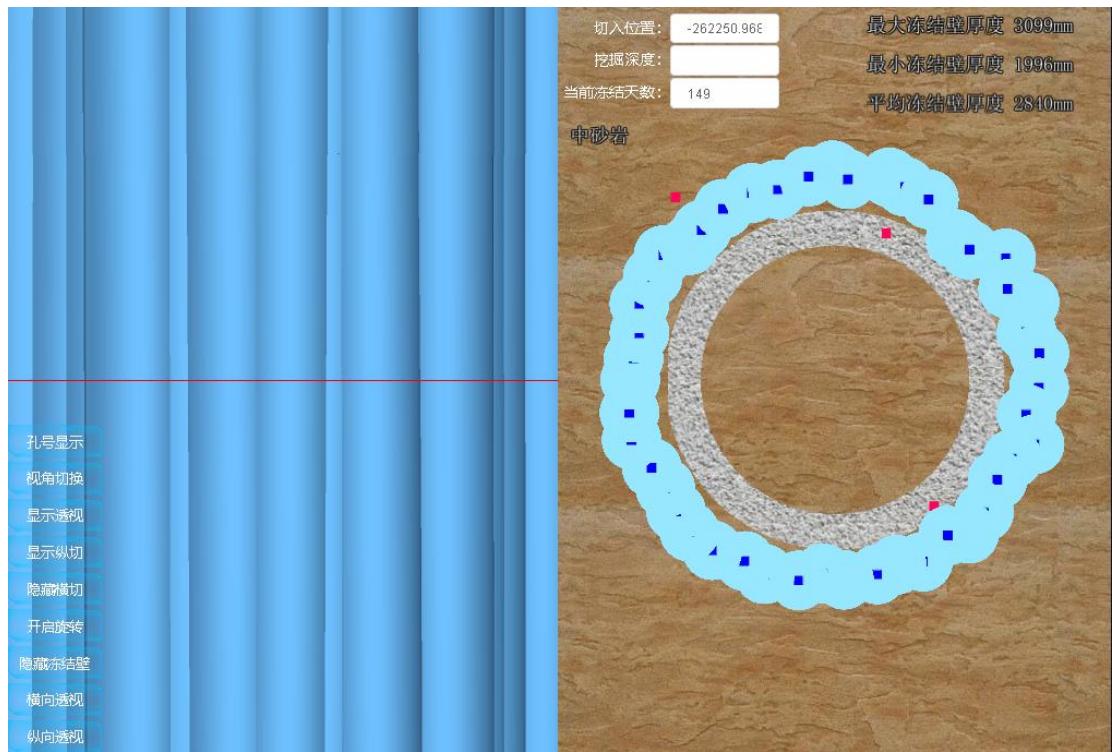


图 2、300m 第 159 天冻结壁交圈情况

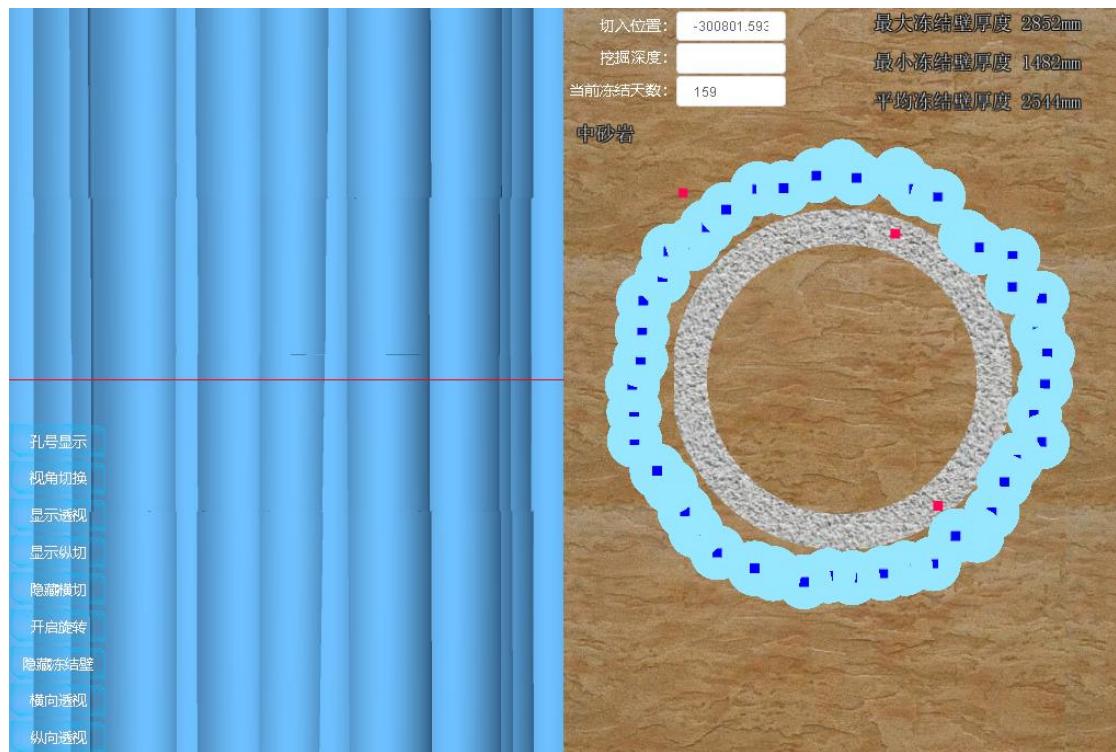


图 3、340m 第 169 天冻结壁交圈情况

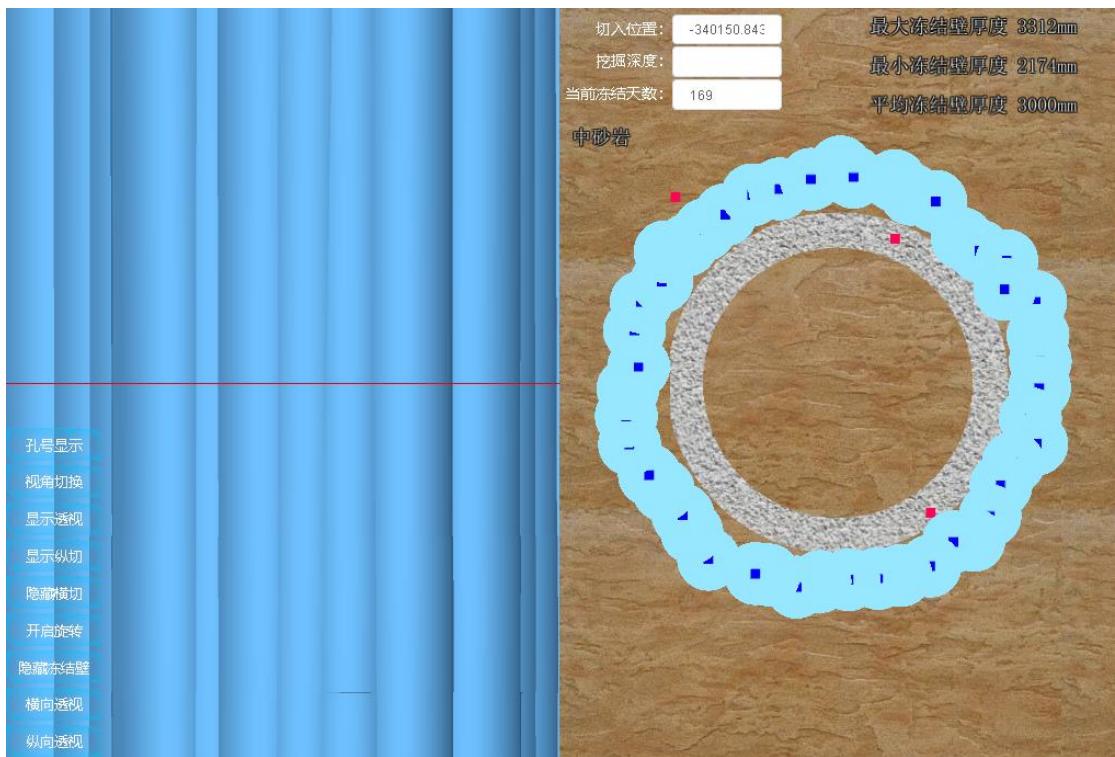
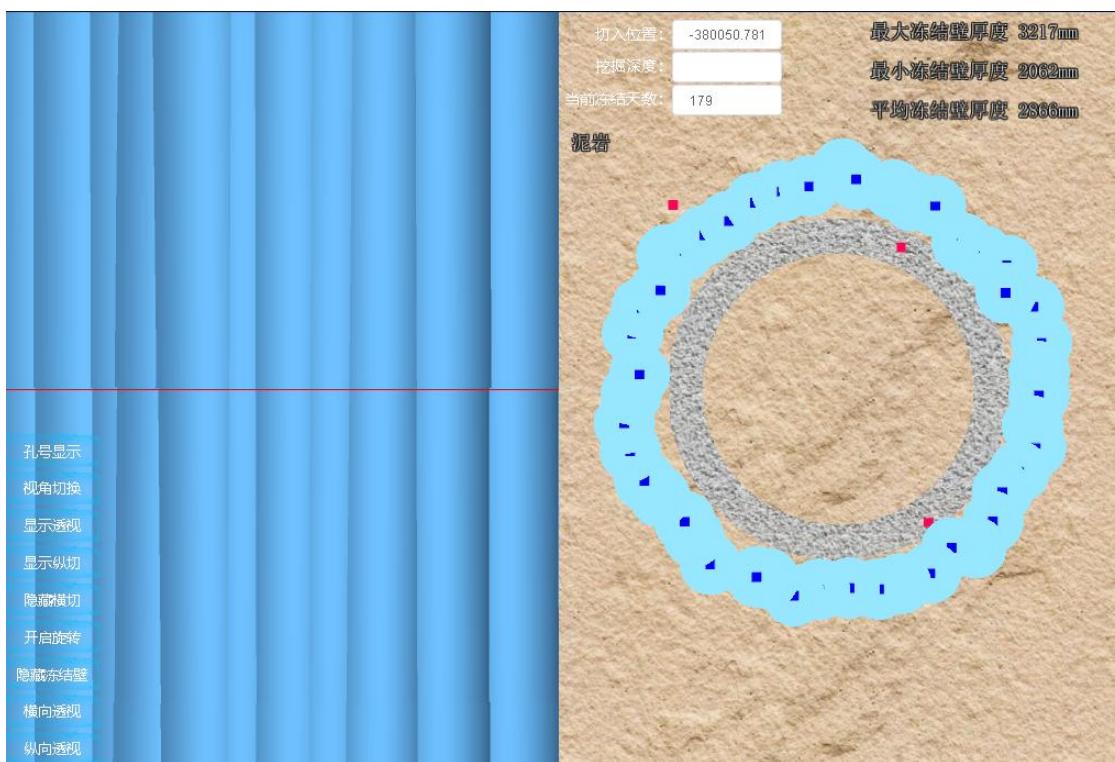


图 4、380m 第 179 天冻结壁交圈情况



六、后续工作安排

从目前测温孔、冻结孔、井邦温度等数据分析，冻结壁持续发展，强度和厚度满足设计要求。

根据目前冻结各参数分析，副井井筒冻结冻结情况良好，计划对冻结站运行进行适当调整如下：

冻结站压缩机开机 9 组，盐水去路温度 -31.56°C，盐水回路 -25.56°C，测温孔温度降温速率平稳下降。

截止到 2023.11.19 副井已掘至 262m，260m 井壁变径完毕，所测井邦温度东 -0.6°C，南 -0.3°C，西 0.9°C，北 1.2°C。从测温孔温度及降温速率、井邦温度、掘进速度综合分析，对冻结站冷量进行调整，计划停机 1 台，开机 8 组，维持盐水去路温度在 -30°C 左右，满足副井安全、快速掘进。

副井冻结将继续保持维护冻结，观测各冻结参数，综合分析，根据实际情况对冻结冷量进行及时调整。