

(1) 条件设定

生产预测时间是从 2006 年 3 月到 2036 年 3 月, 实施了 30 年。各钻井的喷出流量(蒸汽流量+热水流量)以历史匹配计算完成后的 2006 年 3 月为基准, 此时的喷出流量设为定值。实际上, 随着生产, 由于热储层的压力、温度下降, 喷出流量随着时间的推移而逐渐减少。但是, 在后述的维持现有状态, 追加 ZK4001 井, 或是将蒸汽流量维持在 200t/h 的各种情况下, 由于没观察到热储层压力、温度显著下降, 认为这种假设没有太大问题。但是, 在将蒸汽流量维持在 240t/h 或是 280t/h 的情况下, 流入点的温度、压力有显著降低时, 实际的喷出流量将大幅度减少。因此, 把喷出流量作为定值时, 计算的预测结果与实际相比较, 评价结果较乐观, 这一点需要引起注意。

生产预测的设定, 根据回灌的有无, 分 2 个阶段来进行计算。在阶段 I 中, 不实施回灌, 计算蒸汽流量变换 5 次的情况(情况 I-1~5)。在阶段 II 中, 根据在阶段 I 评价的热储层能力, 在将来开发时认为较妥当的蒸汽流量情况下(蒸汽流量 200t/h 的情况), 预测喷出热水全部回灌时的生产情况。在此, 以调查回灌井的最适位置为目的, 进行了 3 次回灌井位置变换的计算(II-1~3)。

1) 无回灌生产预测模拟(阶段 I)的条件设定

计算包括以下 5 种情况(表 2-8-3), ①仅有目前运作的浅部生产井, 不追加补充生产井的情况, ②对目前运作的浅部生产井, 从 2006 年 3 月开始追加深部井 ZK4001, 之后不再追加补充生产井的情况, ③为了使总蒸汽流量不下降到 200t/h 以下, 及时在深部追加补充井的情况, ④为了使总蒸汽流量不下降到 240t/h 以下, 及时在深部追加补充井的情况, ⑤为了使总蒸汽流量不下降到 280t/h 以下, 及时在深部追加补充井的情况。

假定追加的深部补充井位于深部热储层, 并且全部在不同的区域。生产井间的距离也尽可能地往大设。图 2-8-41 表示了深部补充井的位置和顺序。

当蒸汽流量低于设定的蒸汽流量时, 追加深部补充生产井。并且假设深部补充井的流入点位于与深部热储层中的 ZK4001 井不同的区域。在不同的情况下, 由于流入点区域的温度或压力下降, 致使蒸汽不能合流到蒸汽管道里。根据井内流动模拟的计算结果, 当浅部井流入点区域的压力低于 0.6MPa, 温度低于 140℃时停止生产。

2) 有回灌生产预测模拟(阶段 II)的条件设定

根据后述的计算结果, 考虑到本热储层的能力, 认为最妥当的总蒸汽流量为 200t/h, 对蒸汽流量不低于总蒸汽流量 200t/h 的情况实施了有回灌模拟。与上述设定一样, 在总蒸汽流量低于 200t/h 时追加深部补充井。

表 2-8-3 无回灌生产预测模拟的条件设定、结果一览

	情况 I-1	情况 I-2	情况 I-3	情况 I-4	情况 I-5
将来预测期间		2006 年 3 月~2036 年 3 月 (30 年)			
补充井追加位置		与 ZK4001 相同深部热储层的不同部位			
补充井追加时间		为了不低于所需最低蒸汽量, 适时追加			
所需最低蒸汽流量 (t/h)	维持现状	维持现状+ZK4001	200	240	280
管道压力 (kg/cm ² G)	1.7 (1、2 号机)	1.7 (1、2 号机) 7.0 (3 号机)	1.7 (1、2 号机) 7.0 (3 号机)	1.7 (1、2 号机) 7.0 (3 号机)	1.7 (1、2 号机) 7.0 (3 号机)
现在的生产井数 (2005 年)	33 (现在: 13 孔)				
追加补充井数	0	1 (ZK4001)	2	7	9
2006 年的蒸汽流量 (浅部: 深部, t/h)	167	220 (167: 53)	220 (167: 53)	247 (167: 80)	301 (167: 134)
2036 年的蒸汽流量 (浅部: 深部, t/h)	146	187 (143: 44)	197 (132: 65)	249 (49: 200)	289 (41: 248)
2036 年的钻井数	13	14	12	11	13
开发的可能性	足够	足够	足够	有开发的可能性, 但风险较大	开发的风险非常大, 且难实现

no.	钻井编号	位置			备注
		I	J	K	
1	4(324)	12	11	3	生產中
2	9(309)	14	12	5	生產中
3	"04"	14	15	4	生產中
4	"05"	13	16	5	生產中
5	13	14	17	3	生產中
6	357	12	18	3	生產中
7	355	12	19	3	生產中
8	329(12)	11	16	3	生產中
9	358	11	17	3	生產中
10	354	9	18	4	生產中
11	359	9	17	4	生產中
12	302	7	18	5	生產中
13	"03"	7	16	4	生產中
14	4001	8	20	11	深部補充井 1
15	4003	5	20	11	深部補充井 2
16	4004	13	20	11	深部補充井 3
17	4005	6	18	13	深部補充井 4
18	4006	9	18	13	深部補充井 5
19	4007	7	19	13	深部補充井 6
20	4008	10	20	11	深部補充井 7
21	4009	7	22	10	深部補充井 8
22	4010	9	22	10	深部補充井 9

○：深部補充井
●：淺部生產井

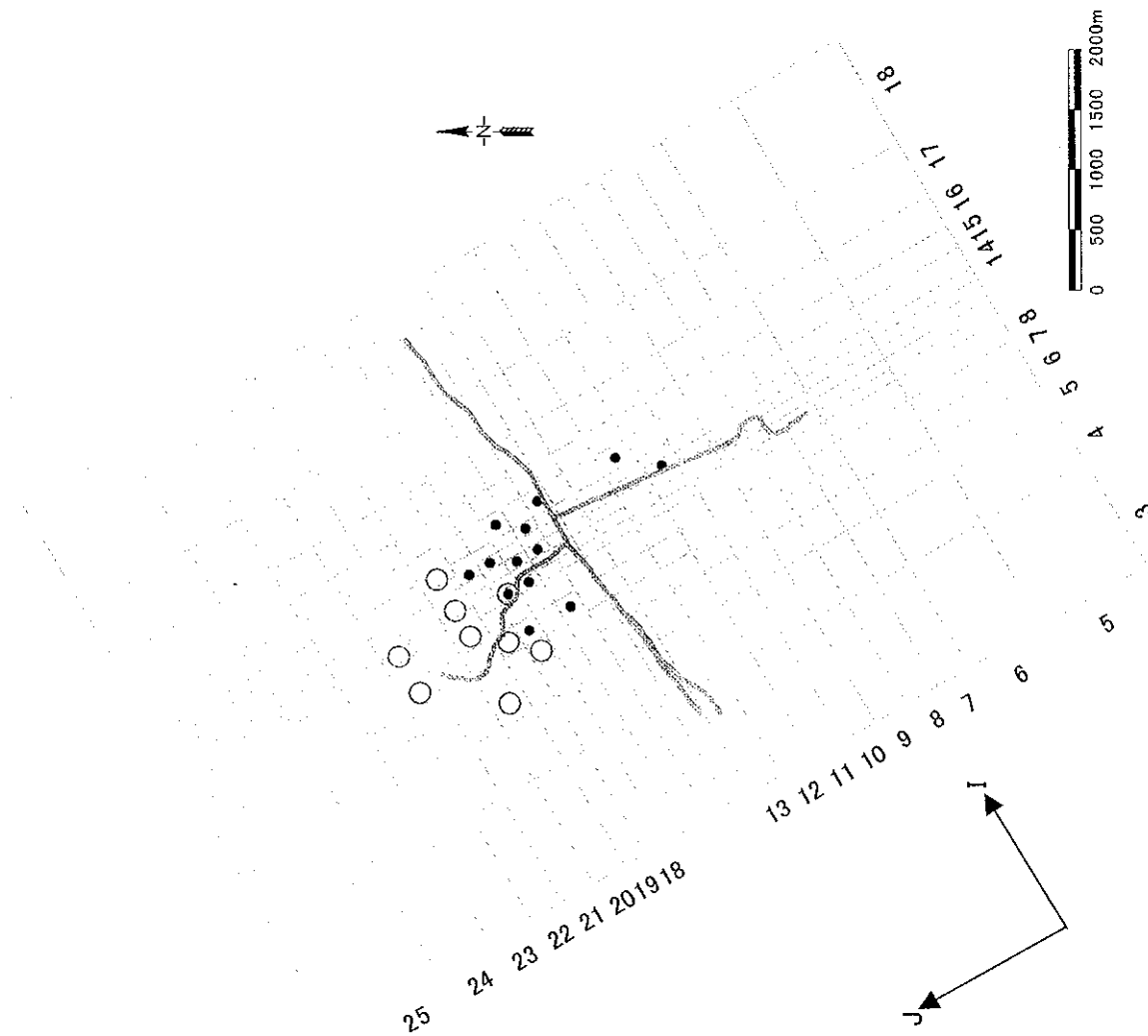


图 2-8-4-1 生产预测模拟计算(无回灌)时深部井的追加位置和顺序

图 2-8-42 显示了回灌井的位置, 为评价回灌井的最适合位置, 对位于本地区北部、中央部、南部的 3 种情况(表 2-8-4)进行了计算。

如图 2-8-43 所示, 假定浅部井热水一旦流入回灌池, 在大气压放开后即被回灌。此时回灌流体的温度设定为 40℃。另一方面, 如图 2-8-44 所示, 深部井热水被分离后认为是在封闭状态下回灌。此时回灌流体的温度设定为比分离压为 7.0kg/cm²G 时的饱和温度 164℃稍低的 160℃。

由浅部井生产的热水量如后述所示从 1,181t/h 略增到 1,217t/h。这里假设热水流量恒为 1,200t/h, 从分离器到闪蒸槽, 流体的总比焓为定值, 闪蒸后的总热水流量为 1,130t/h。如表 2-8-4 所示, 总热水流量分配到各回灌井。

另一方面, 每 1 孔深部井生产的热水量为 200~230t/h。平均每孔深部井的热水回灌流量设定为 215t/h, 每 1 孔深部补充井都追加 1 孔回灌井。

(2) 计算结果

1) 无回灌生产预测模拟(阶段 I)的计算结果

a) 不追加深部补充井的情况(情况 I-1, 图 2-8-45~48)

在不追加深部补充井的情况下(情况 I-1), 从 2006 年到 2036 年的 30 年间, 计算得到总蒸汽流量从 167t/h 下降到 146t/h(图 2-8-45)。流入点区域的温度、压力在预测期间基本上保持稳定(图 2-8-46, 47)。从上述结果来看, 在这种不追加深部补充井的情况下计算时, 仅目前的生产井, 本热储层具有足够实现 30 年生产的能力。这一点可从最近的发电输出量基本上保持稳定得到印证。

b) 在现有状态下只追加 ZK4001 井的情况(情况 I-2, 图 2-8-49~54)

在现有生产井的状况下只追加 ZK4001 井的情况(情况 I-2), 从 2006 年到 2036 年的 30 年间, 计算得到总蒸汽流量从 220t/h 下降到 187t/h(图 2-8-49)。流入点区域的温度、压力在预测期间基本上保持稳定(图 2-8-50~53)。从上述结果来看, 在现有生产井的状况下只追加 ZK4001 井计算时, 本热储层具有足够实现生产的能力。

c) 维持总蒸汽流量在 200t/h 的情况(情况 I-3, 图 2-8-55~60)

为了使总蒸汽流量不低于 200t/h(情况 I-3), 经计算需要增加 2 孔深部补充井。在 2025 年追加深部补充井 ZK4003 后, 浅部流入点区域的压力大幅度下降, 但历时变化大体上显得较稳定(图 2-8-56)。浅部井、深部井的温度没有明显地降低(图 2-8-58、59)。因此从这种情况下的计算可知, 本热储层有实现蒸汽流量不低于 200t/h 的生产能力。

d) 维持总蒸汽流量在 240t/h 的情况(情况 I-4, 图 2-8-61~66)

no.	钻井编号	位置			备注
		I	J	K	
1	4(324)	12	11	3	生產中
2	9(309)	14	12	5	生產中
3	"04"	14	15	4	生產中
4	"05"	13	16	5	生產中
5	13	14	17	3	生產中
6	357	12	18	3	生產中
7	355	12	19	3	生產中
8	329(12)	11	16	3	生產中
9	358	11	17	3	生產中
10	354	9	18	4	生產中
11	359	9	17	4	生產中
12	302	7	18	5	生產中
13	"03"	7	16	4	生產中
14	4001	8	20	11	深部補充井 1
15	4003	5	20	11	深部補充井 2
16	4004	13	20	11	深部補充井 3
17	NR01	9	20	3	北部還元井 1
18	NR02	6	20	3	北部還元井 2
19	NR03	12	20	3	北部還元井 3
20	CR01	11	13	4	中央部還元井 1
21	CR02	8	13	4	中央部還元井 2
22	CR03	12	11	4	中央部還元井 3
23	SR01	9	10	3	北部還元井 1
24	SR02	12	10	3	北部還元井 2
25	SR03	14	10	3	北部還元井 3

○: 深部補充井
●: 淺部生產井
▼: 淺部回灌井

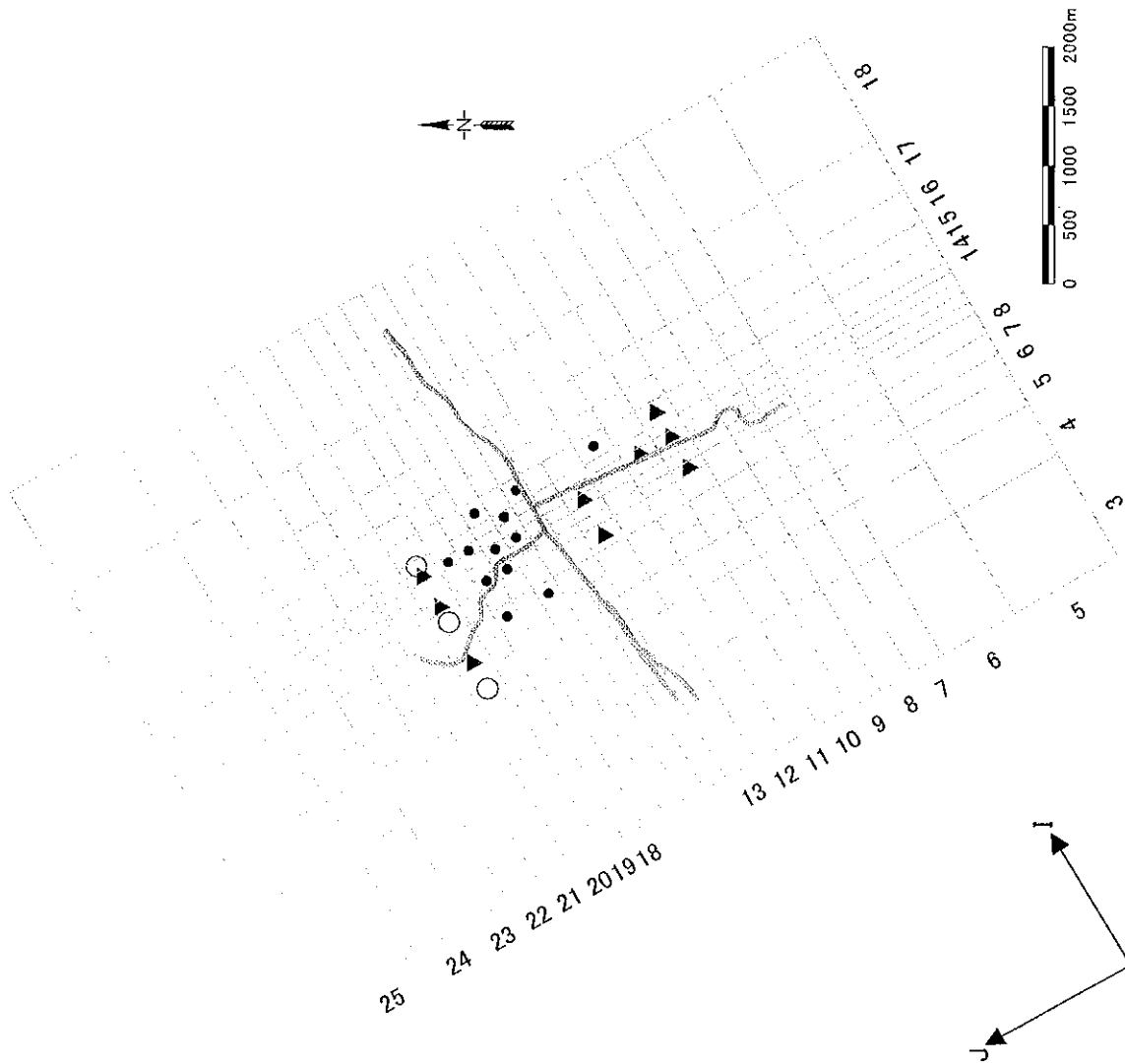


图 2-8-4-2 生产预测模拟计算(有回灌)时深部井的追加位置和顺序

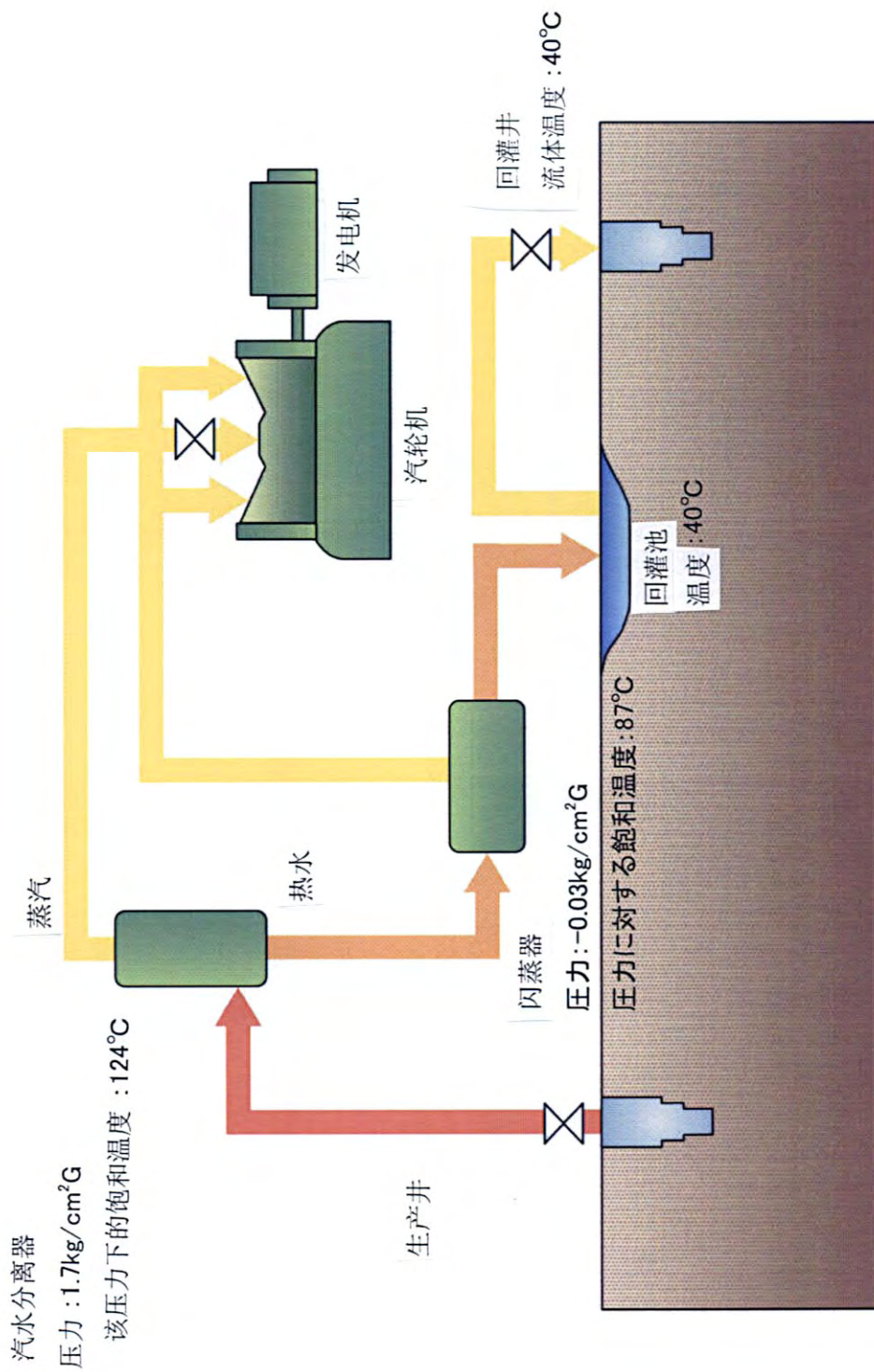


图 2—8—4 3 浅部生产井的回灌模式图

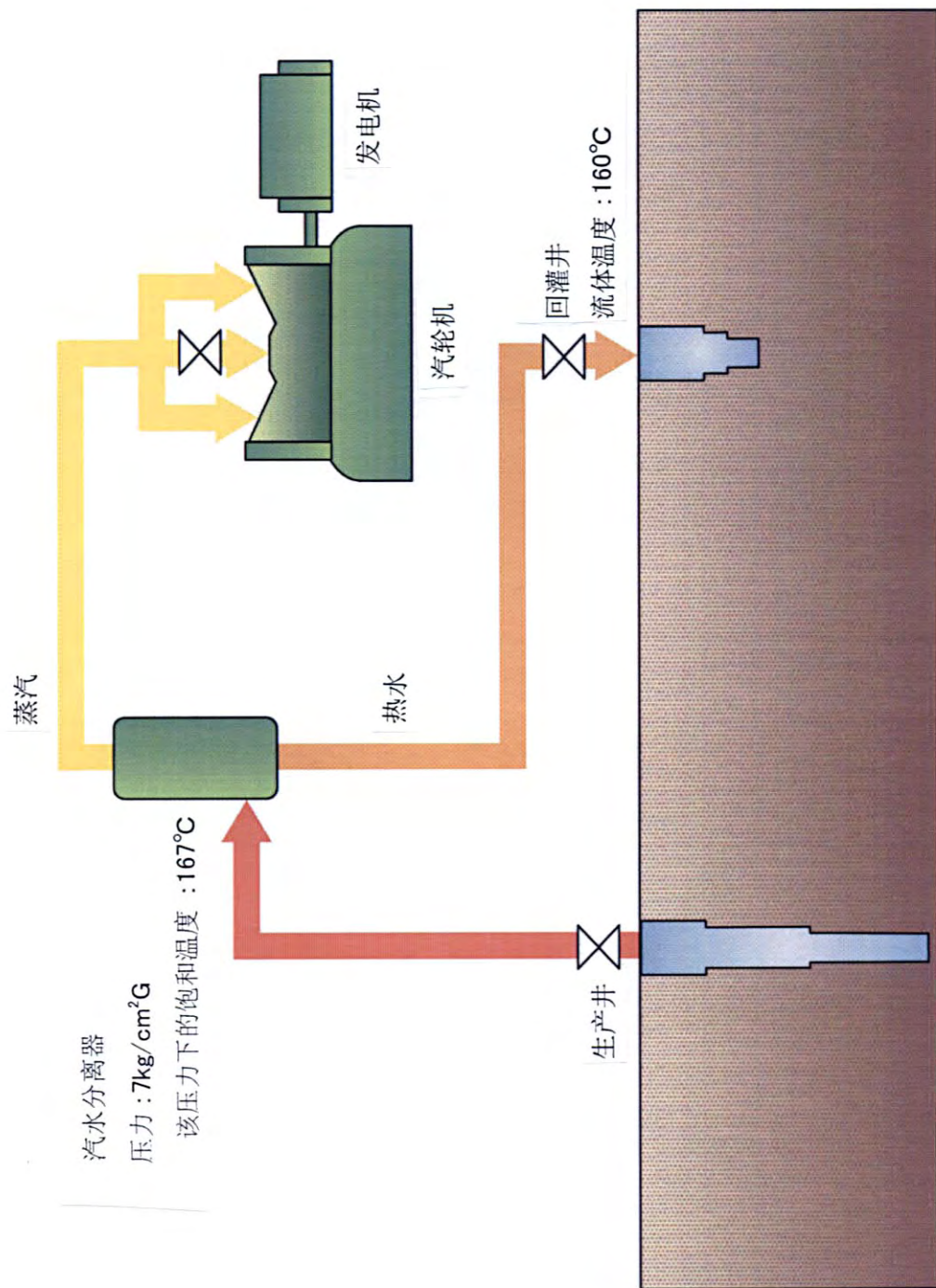


图 2—8—4 4 深部生产井的回灌模式图

表 2-8-4 有回灌生产预测模拟的条件设定、结果一览

		情况 I-1	情况 I-2	情况 I-3
设定	将来预测期间	2006 年 3 月~2036 年 3 月 (30 年間)		
	补充井追加位置	与 ZK4001 相同深部热储层的不同部位		
	补充井追加时间	为了不低于所需最低蒸汽量, 适时追加		
	回灌井的流出点	南部(1 号机周边)过去的生产井流入点		
	回灌流体温度	40℃		
	浅部井的 回灌流量	ZK23 (ZK313) 70kg/s 18 (ZK319) 50kg/s 6 (ZK314) 50kg/s 12 70kg/s	70kg/s 50kg/s 50kg/s	
	深部井的 回灌井的流出点	北部(ZK4001 周边) 浅部热储层(海拔 4, 150~ 4, 200m)	中央部(4 号井周边) 浅部热储层(海拔 4, 150~ 4, 200m)	南部(1 号机周边) 浅部热储层(海拔 4, 150~4, 200m)
	回灌流体温度	160℃		
	回灌流量	每 1 孔井 215t/h		
	所需最低蒸汽流量(t/h)	200		
计算 结果	管道压力 (kg/cm ² G)	1.7 (1·2 号机) 7.0 (3 号机)		
	现在的生产井数(2005 年)	33 (现在: 13 孔)		
	追加补充井数	3	3	3
	补充井的追加时间	ZK4001(2006 年) ZK4003(2017 年) ZK4004(2026 年)	ZK4001(2006 年) ZK4003(2017 年) ZK4004(2026 年)	ZK4001(2006 年) ZK4003(2017 年) ZK4004(2031 年)
	2006 年的蒸汽流量 (浅部: 深部, t/h)	220 (167: 53)	220 (167: 53)	220 (167: 53)
	2036 年的蒸汽流量 (浅部: 深部, t/h)	201 (120: 81)	201 (120: 81)	197 (132:65)
	2036 年的坑井数	16	16	16
	开发的可能性	足够	足够	足够

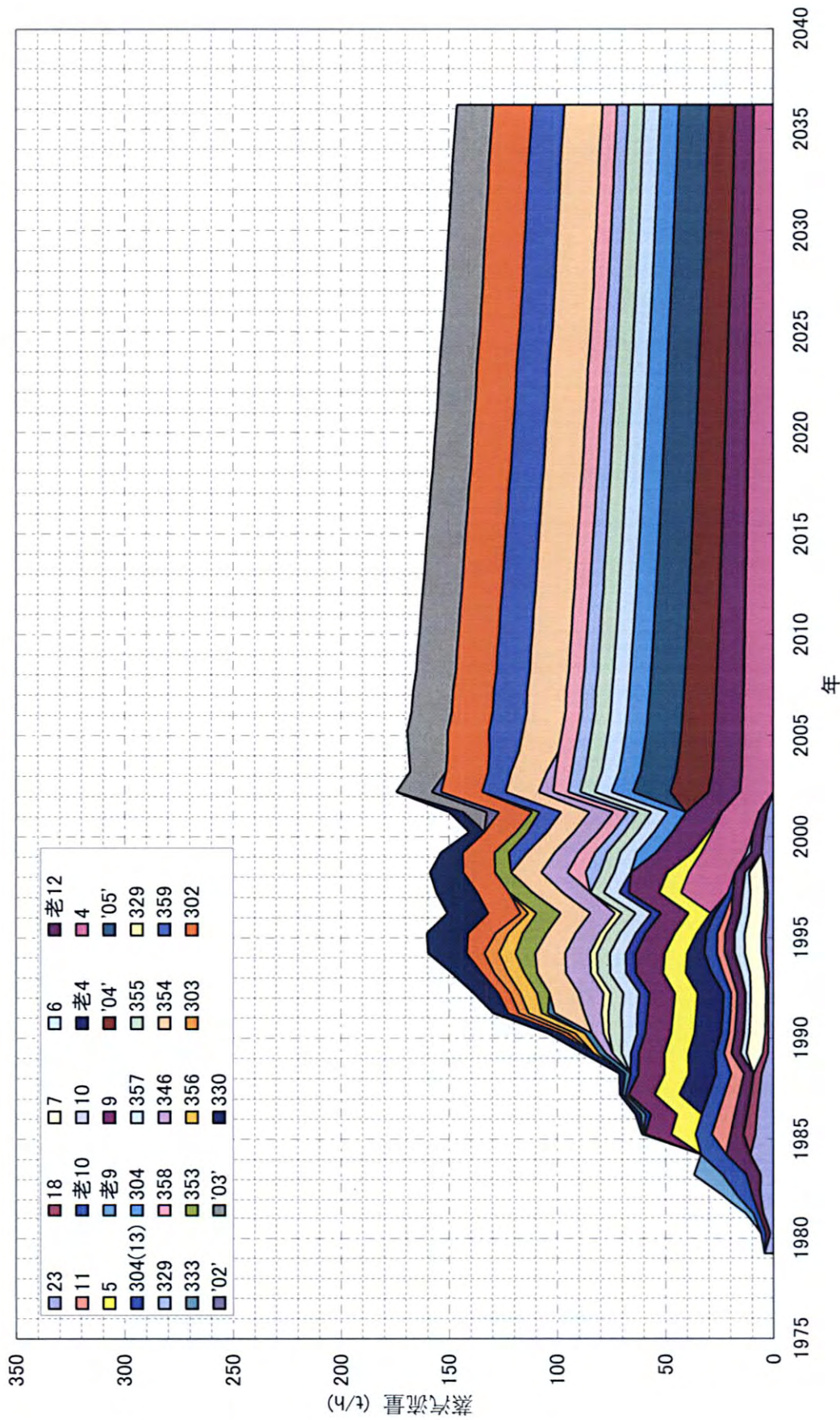


图 2-8-4-5 蒸汽流量的性状预测结果(情况 I-1: 维持生产井现状)

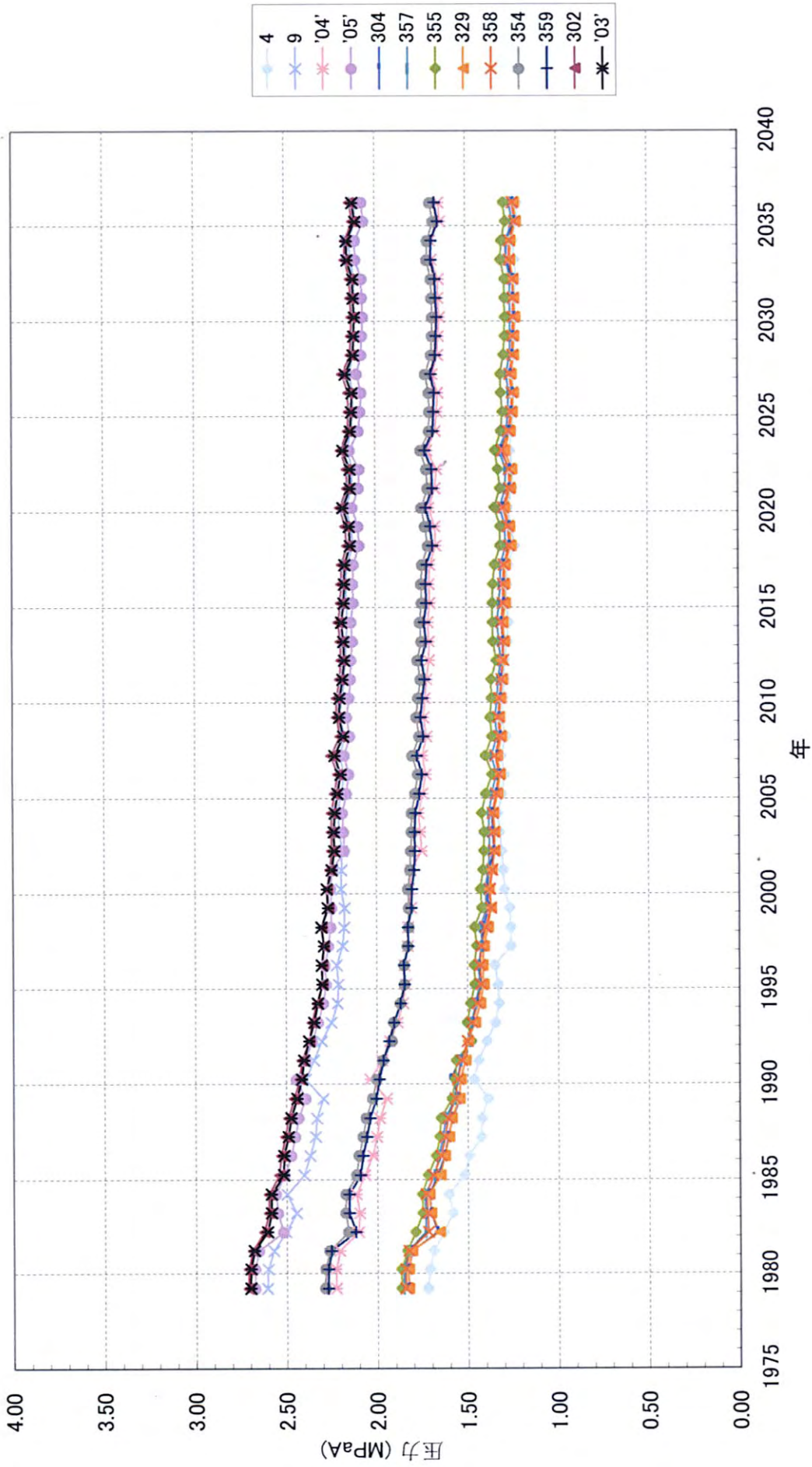


图 2-8-4-6 流入点区域的压力性状预测结果 (情况 I-1: 维持生产井现状)

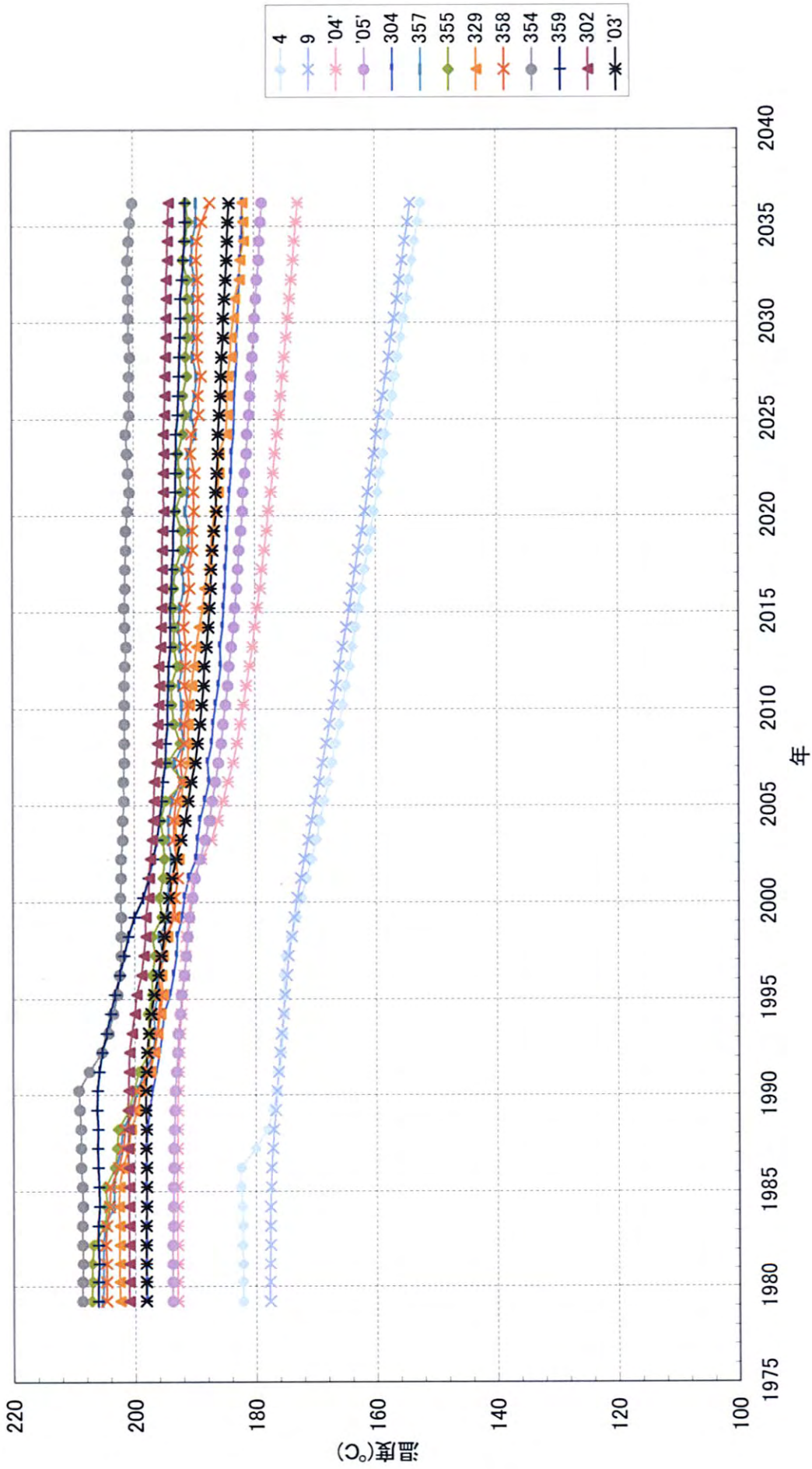


图 2-8-4-7 流入点区域的温度性预测结果(情况 I-1: 维持生产井现状)

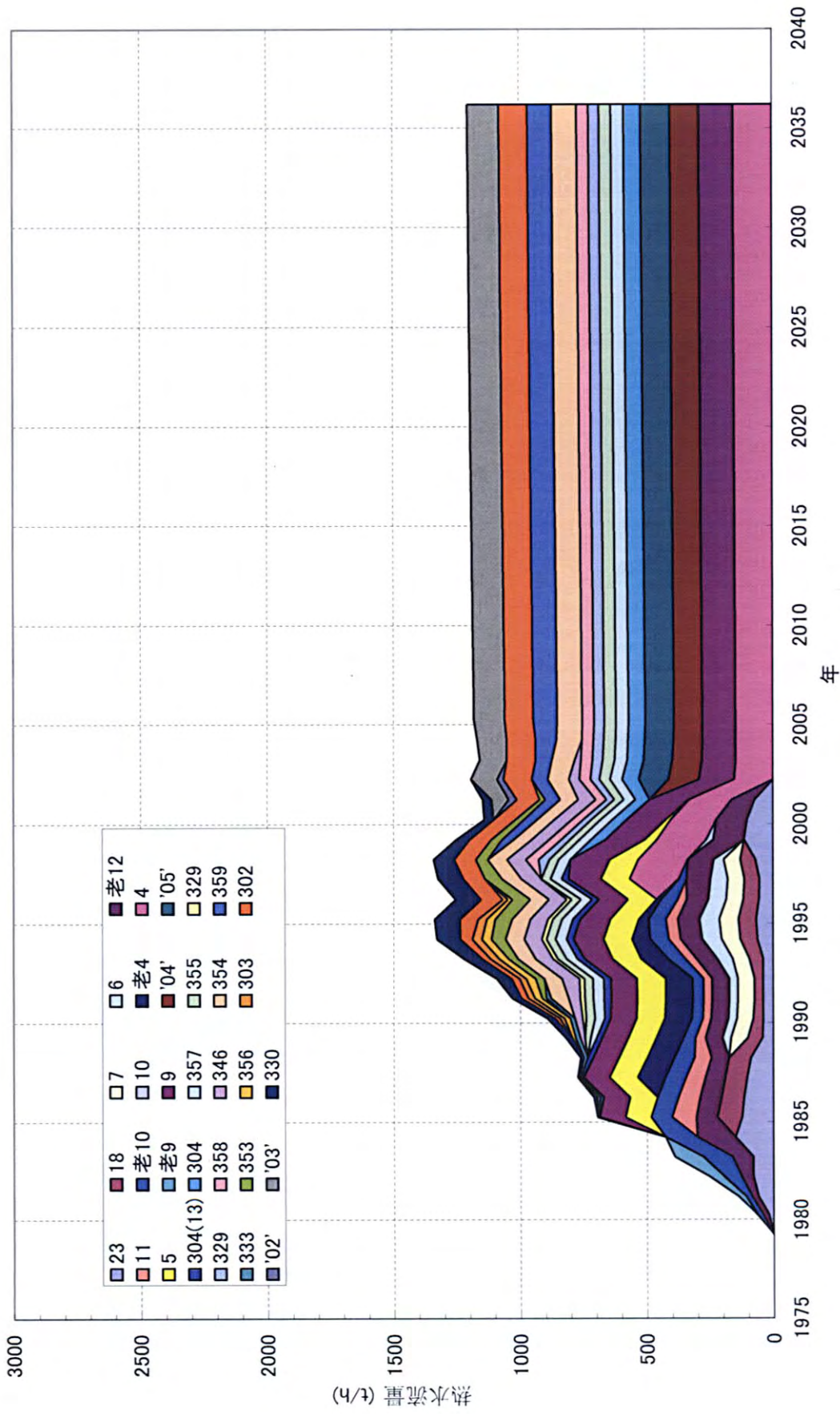


图 2-8-4-8 热水流量的性状预测结果 (情况 I-1: 维持生产井现状)

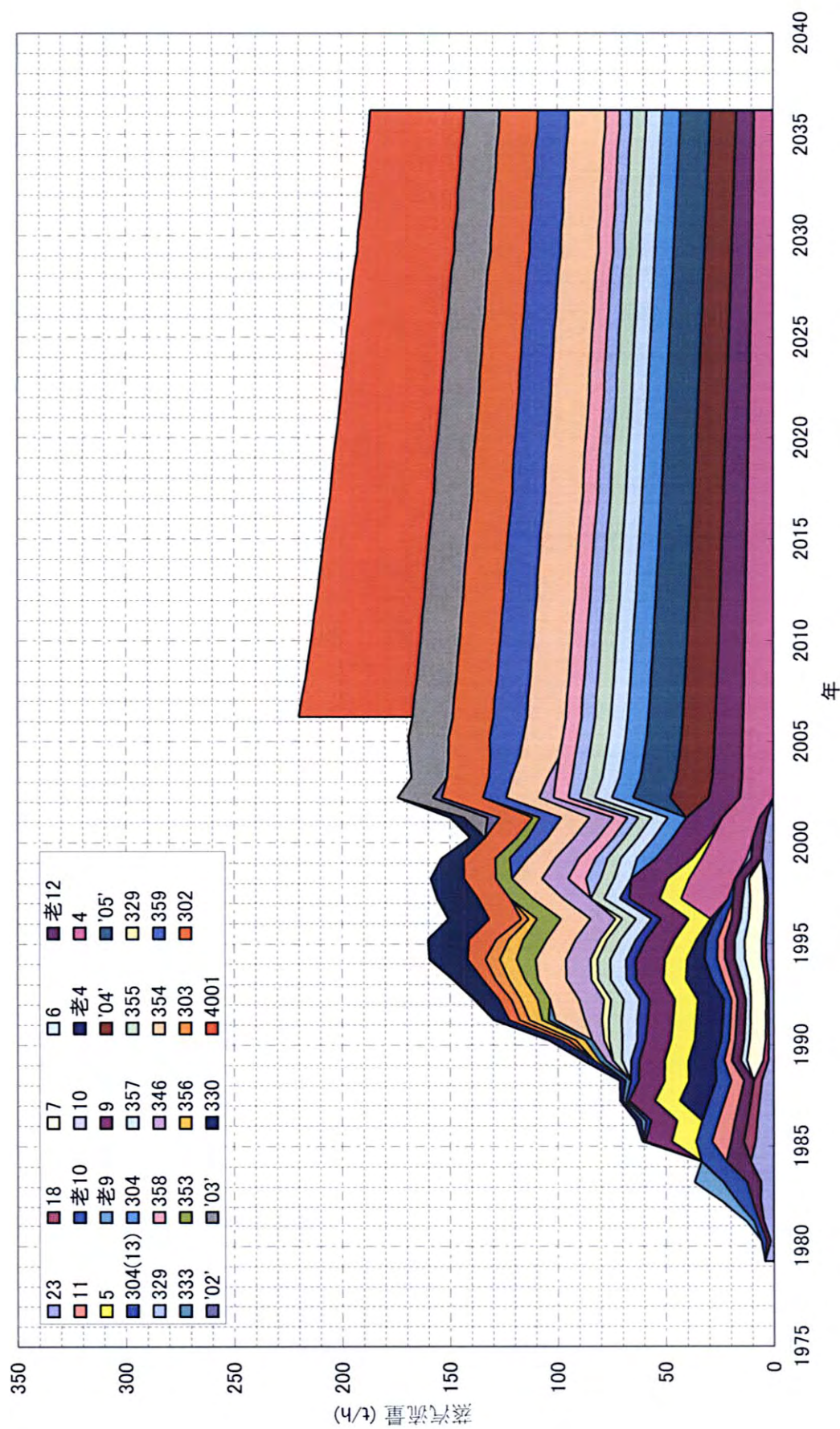


图 2—8—4—9 蒸汽流量的性状预测结果 (情况 I - 2: 维持生产井现状+ZK4001)

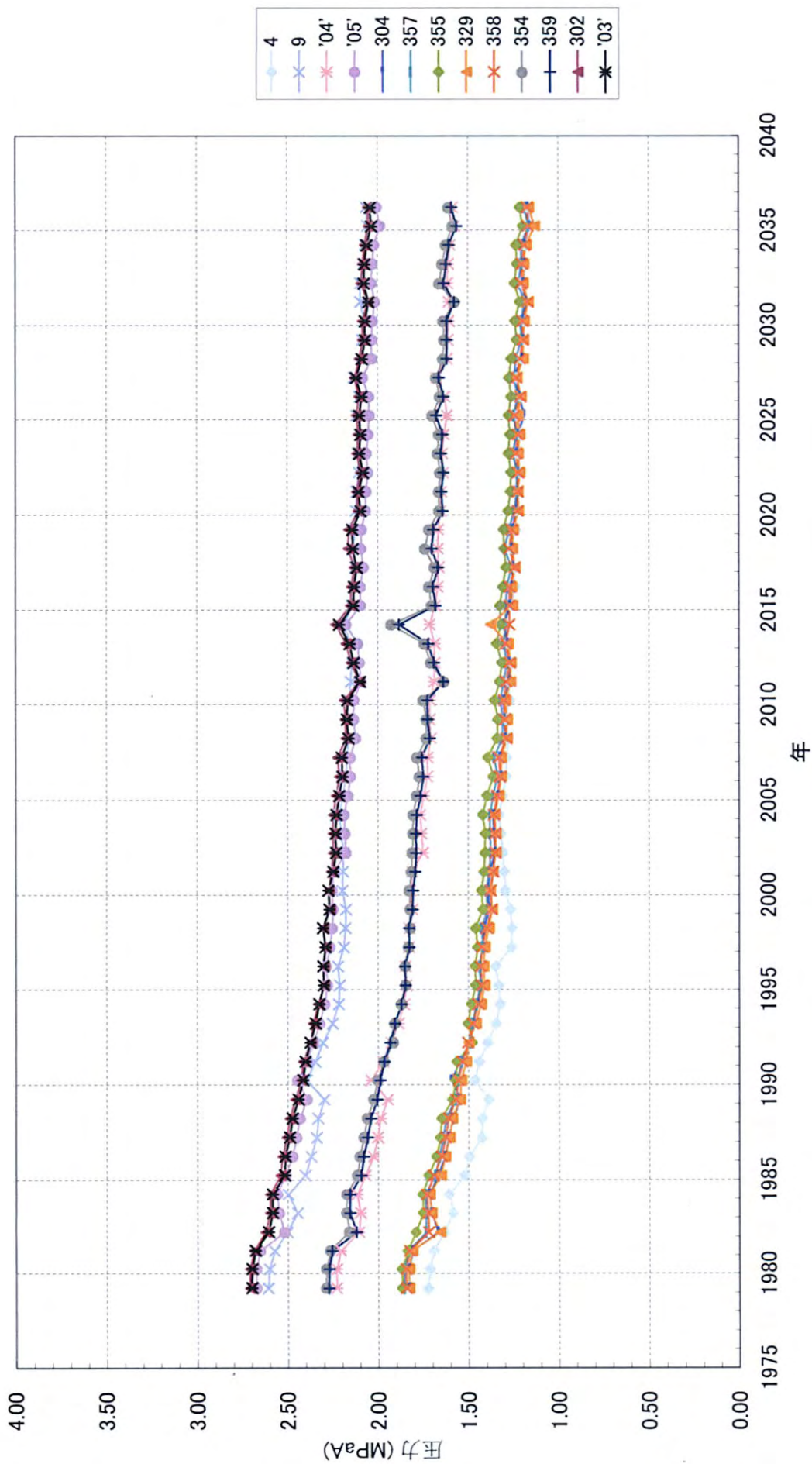


图 2-8-50 浅部井流入点区域的压力性预测结果 (情况 I-2: 维持生产井现状+ZK4001)

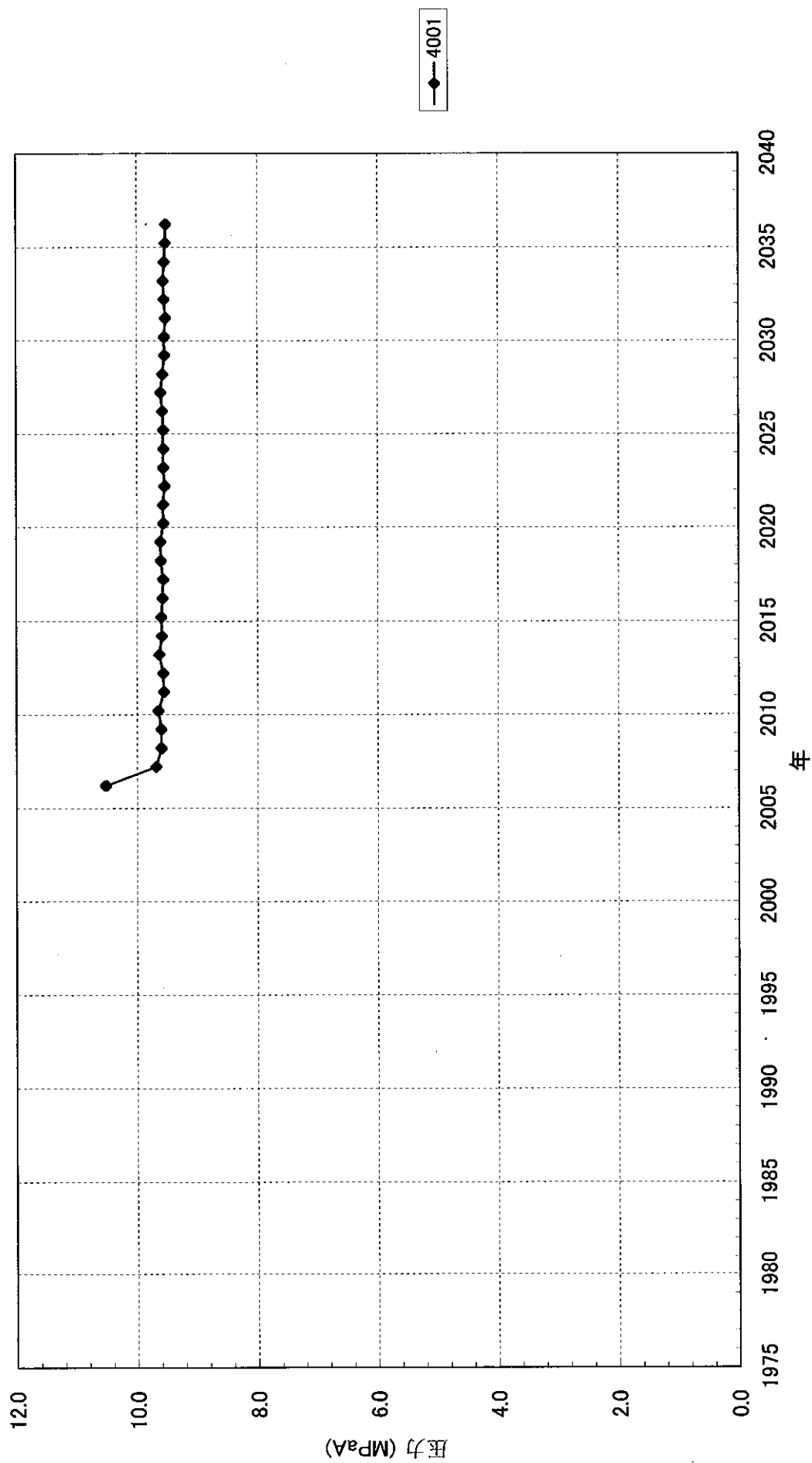


图 2-8-5-1 浅部井流入点区域的压力性预测结果 (情况 I-2: 维持生产井现状+ZK4001)

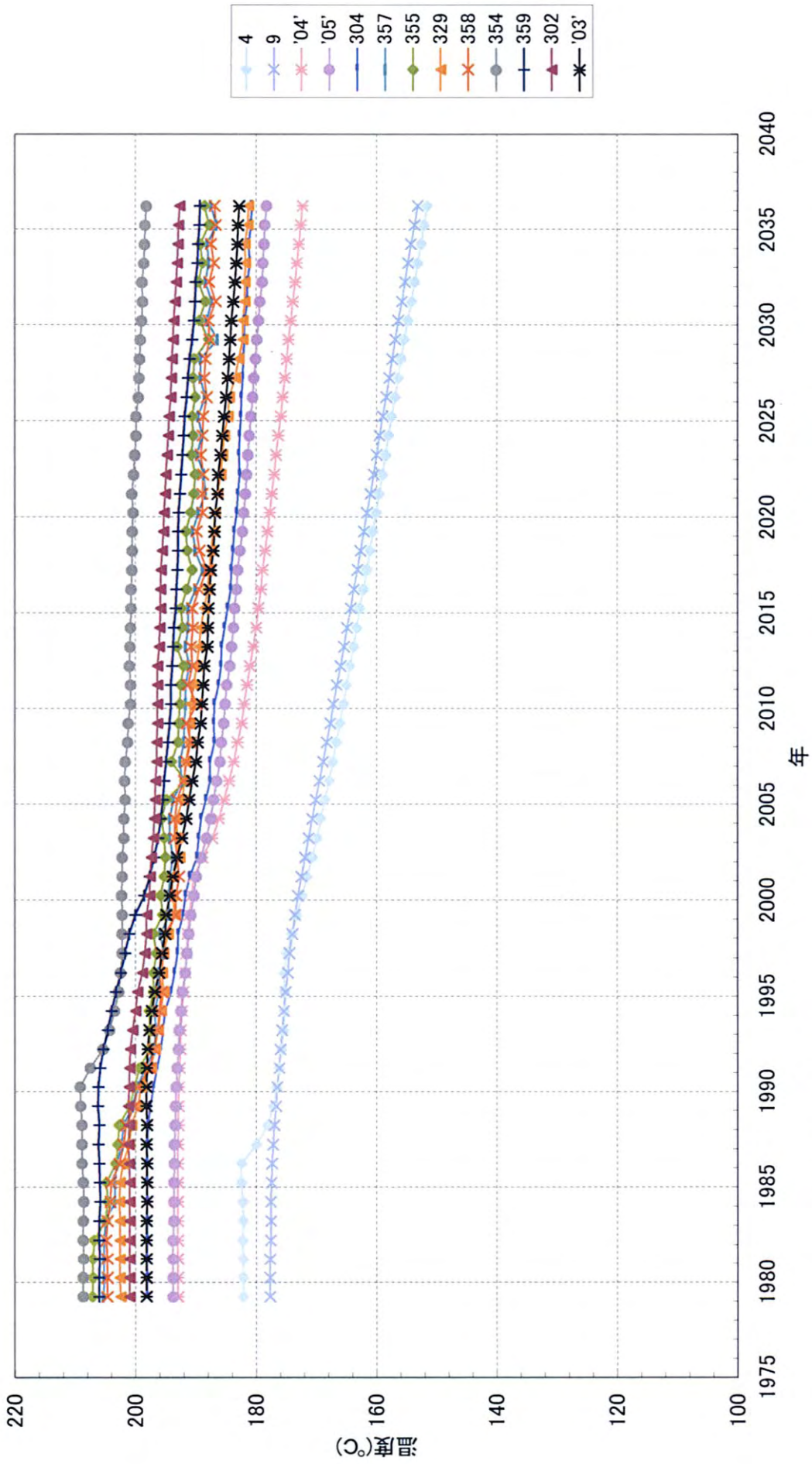


图 2-8-5-2 浅部井流入点区域的温度性状预测结果 (情况 I-2: 维持生产井现状+ZK4001)