



多轮次调剖技术

中国石油大学（华东）

山东石大油田技术服务股份有限公司



前言

一、多轮次调剖的意义

二、提高多轮次调剖效果的机理

三、现场案例

结束语



调剖堵水是国内高含水期、特高含水期开发后油田保持稳产的重要措施,一次堵调后,在后续水驱作用下储层非均质性会再次加剧,即注水过程二次孔道是不断形成的,这时也需要进行多轮次控制。因此调剖的内涵中包括多轮次调剖。



前言

一、多轮次调剖的意义

二、提高多轮次调剖效果的机理

三、现场案例

结束语



1、目的

多轮次调剖的目的是通过调剖轮次的不断增加，**不断**改善储层的非均质性，**逐步**提高储层的水驱波及体积。



2、原理

调剖应多轮次进行，即通过多轮次调剖，先后将调剖剂放置在离井眼不同距离的深部。为将调剖剂放置在离井眼不同距离的“深部”，必须改变每一轮次的调剖剂配方。因不同配方调剖剂有不同的突破压力梯度，它将滞留在地层中与之相等压力梯度的位置，起调剖作用，取得最好的调剖效果。



前言

一、多轮次调剖的意义

二、提高多轮次调剖效果的机理

三、现场案例

结束语



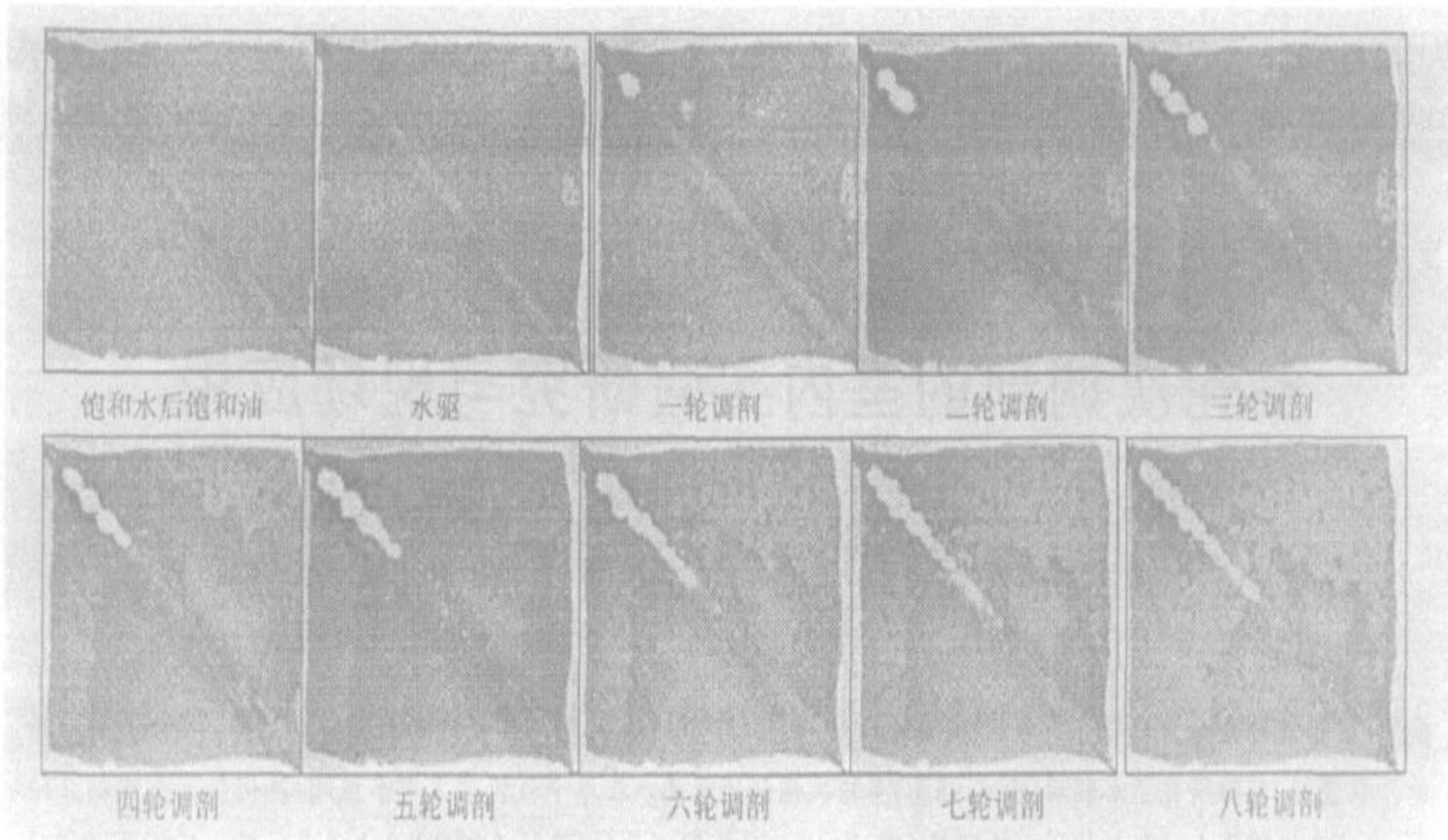
众所周知，注水井多轮次调剖效果是呈递减现象的。其递减机理是多方面的，为了提高效果就要克服或是减少这些影响因素。

铬冻胶各轮次调剖后的采收率增值

调剖 轮次	采收率增值 /%	调剖 轮次	采收率增值 /%
1	11	5	4
2	7	6	4
3	6	7	3
4	5	8	2



1、多轮次调剖影响的重叠性



可视化平板模型中观察到的多轮次调剖效果



从可视化平板模型图中可以看出，两轮调剖的影响面积是部分重叠的。由于两轮调剖所用堵剂相同，成冻时间相同，它们停留在高渗透层孔道中的位置相当靠近，产生调剖影响面的重叠，使第二轮次的调剖效果小于第一轮次的调剖效果。

为了减少多轮次调剖影响的重叠，应在多轮次调剖井使用强度不同，建立多轮次调剖用的堵剂系列。



2、调剖剂作用随径向距离增加而递减

随着调剖轮次的增加，注水井附近剩余油已被驱替，后一轮堵剂必须向前推进，才能继续发挥调剖作用。随着堵剂距注水井距增加，等量堵剂所形成的环厚变薄，调剖作用减弱，使调剖效果递减。

为了克服这一后果，在多轮次调剖中应考虑逐次增加堵剂的用量。



3、封堵时机引起调剖效果逐次递减

多轮次调剖应通过有效发挥每一轮次调剖的作用，改善储层的非均质性，后一轮次调剖必须借用前一轮次调剖的作用，这就提出了多轮次调剖堵剂注入时机问题。如果在前一轮调剖失效后再开始后一轮调剖，则将失去多轮次调剖协同优势，不可避免地造成调剖效果递减增大。

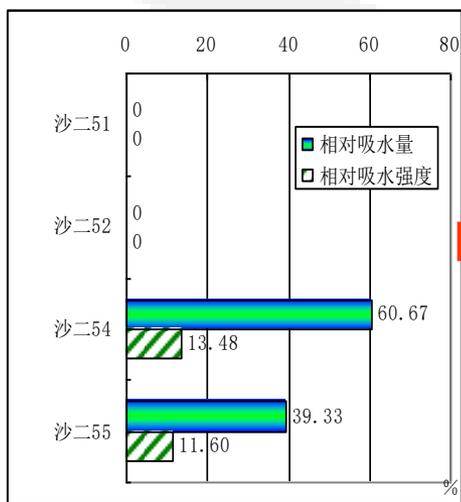
注堵剂时含水率越低，即**调剖时机越靠前**，**调剖效果越好**。



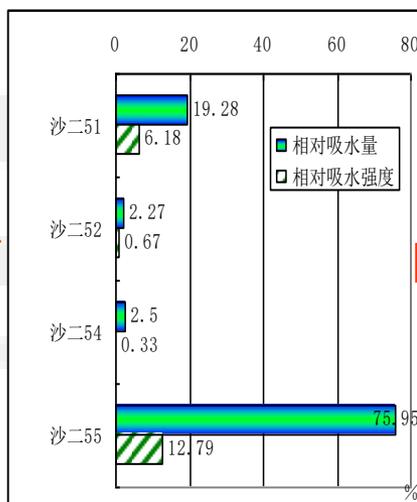
4、注入工艺引起调剖效果逐次递减

注入工艺（特别是注入压力）是影响调剖效果非常重要的一个因素，注入压力的优化，能改善调剖井层间吸水剖面呈周期性变化。

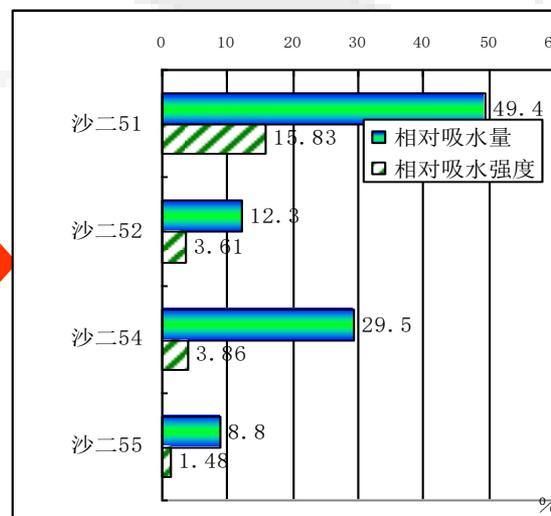
因此，注入工艺中注入压力的优化，是减少多轮次调剖效果逐次递减的一个重要措施。



永8-11井氧活化测井
(2004年5月)调驱前



永8-11井氧活化测井
(2006年12月)调驱三月



永8-11井氧活化测井
(2007年11月)调驱一年



前言

一、多轮次调剖的意义

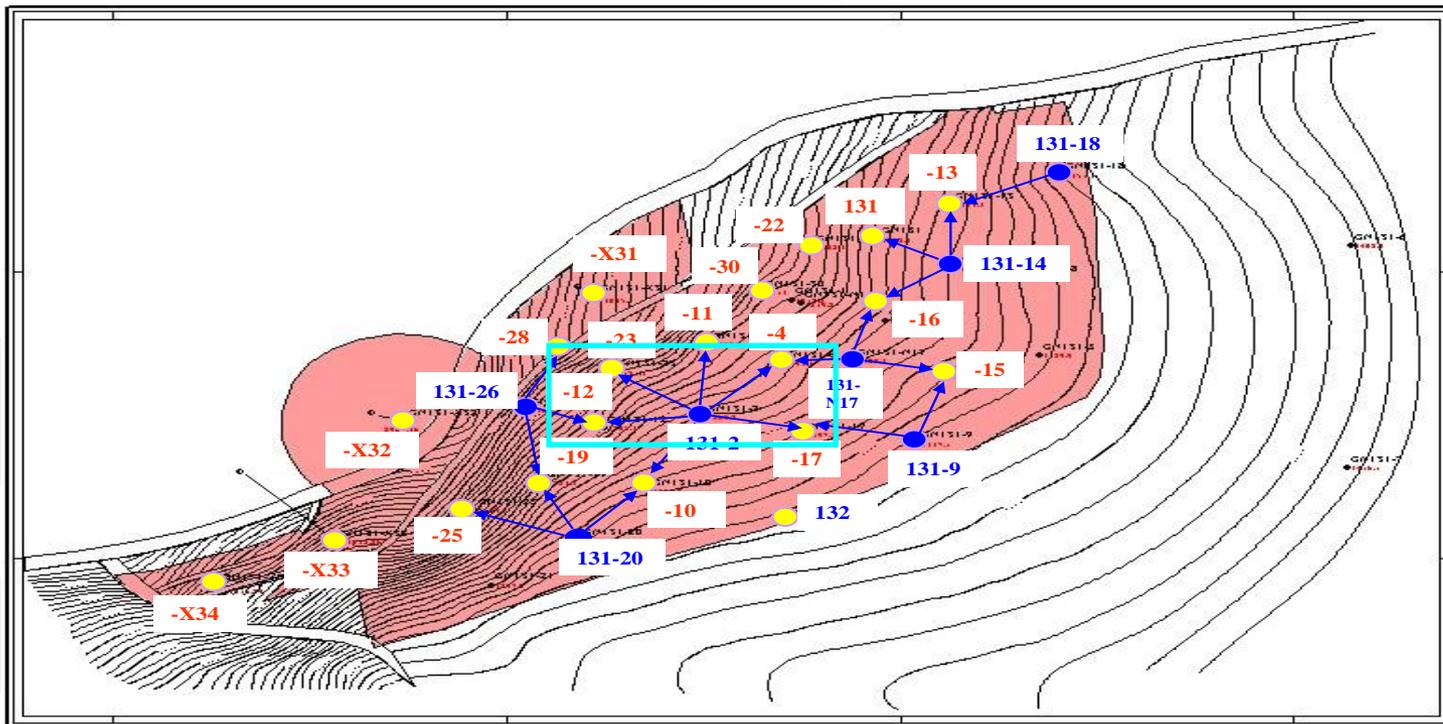
二、提高多轮次调剖效果的机理

三、现场案例

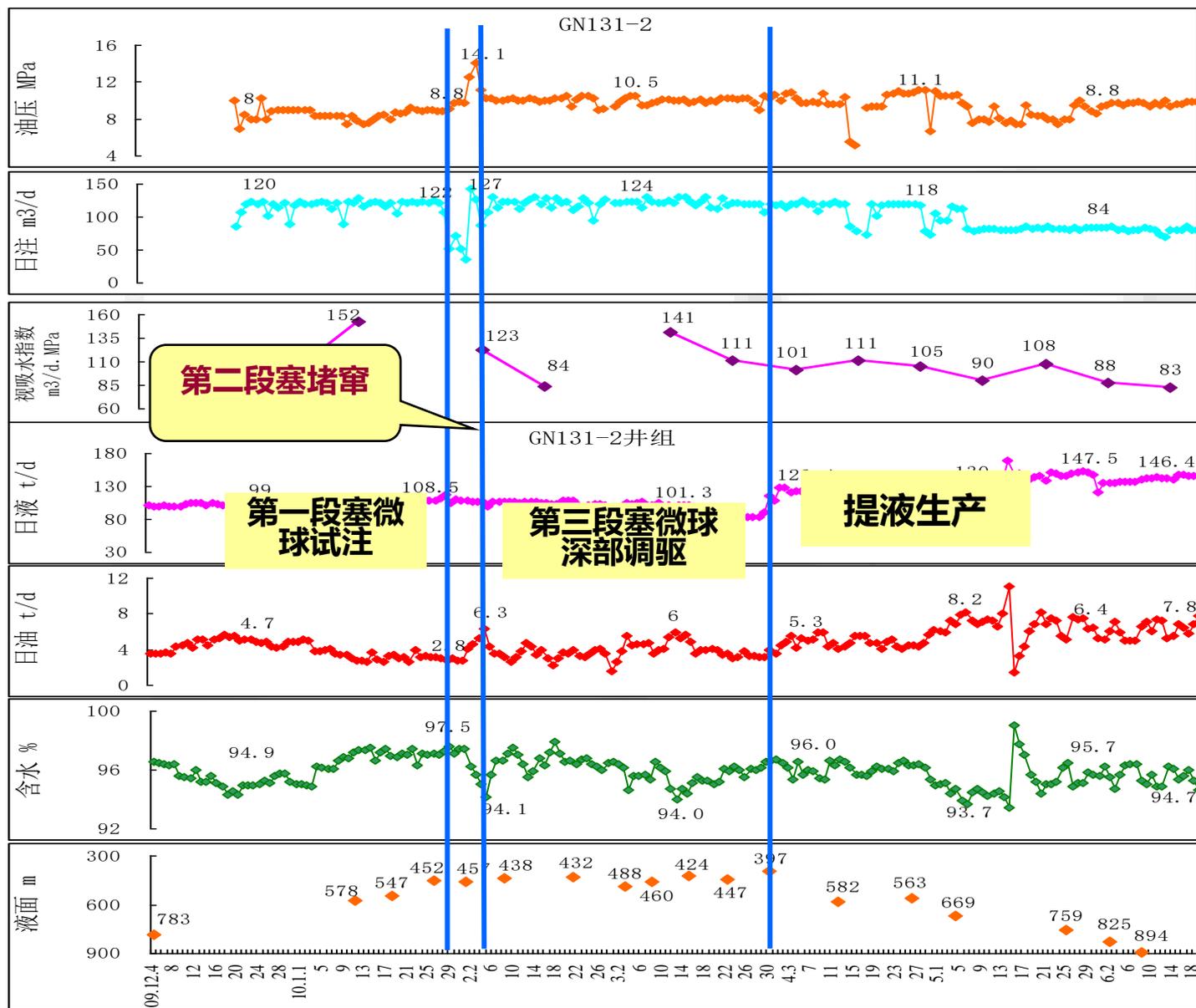
结束语



多輪次調剖-孤南131-2井



孤南131塊油層埋藏深度一般在3200-3400m，平均孔隙度16.4%；平均滲透率 $74.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，地層溫度為 122°C ；屬中孔中滲高溫儲層。GN131-2井組位於構造中部核心位置，井組共有油井6口，2009年底開始進行分三個輪次進行了調剖施工。



(1) 微球试注期间油水井没有变化；

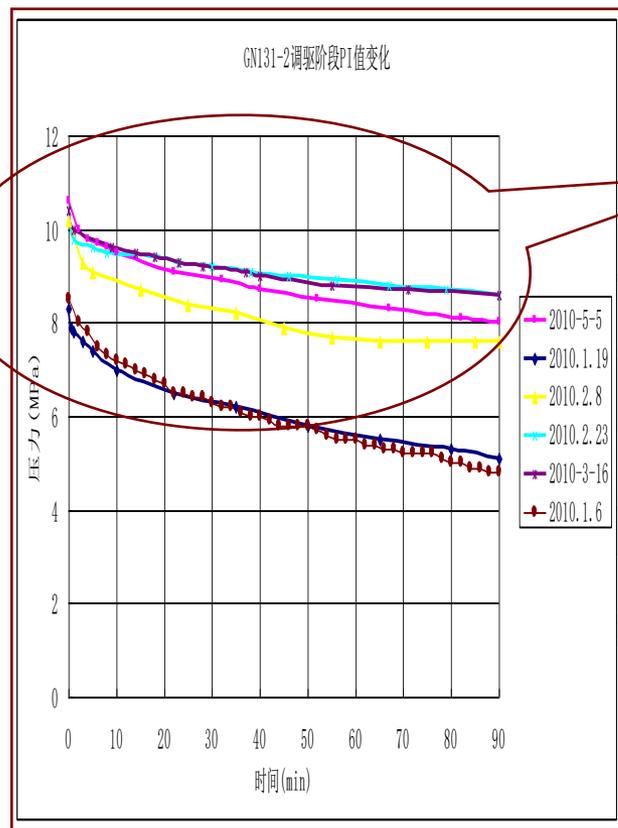
(2) 采用水膨体堵窜后，水井油压升高，油井含水下降，堵窜见效；

(3) 微球深部调驱结合油井提液，水井油压稳定，产量稳中有升。

第一轮共注入微球27.8t，水膨体颗粒堵剂8t。



第一轮调堵PI值变化

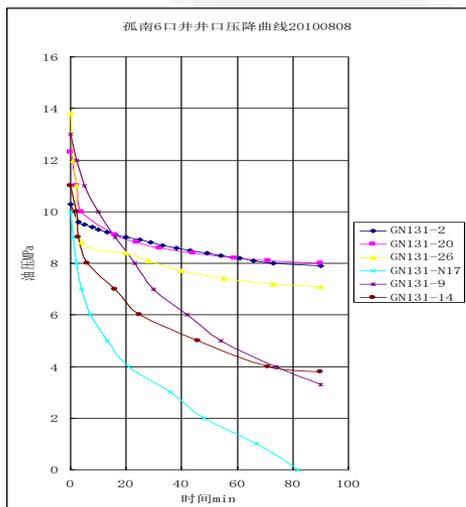


第一轮调堵后PI值由3.91MPa升至5.88MPa，上升1.97MPa，调堵有效但仍低于该区块平均PI值10.67MPa。施工压力平稳上升，由9MPa上升到14.9 MPa，上升了5.9 MPa，上升幅度较大，而且最高压力在允许的泵压范围之内。

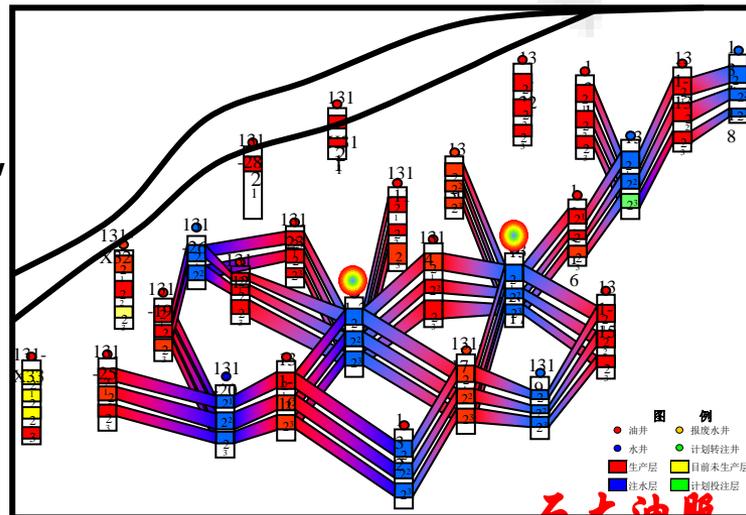


孤南6口井按PI归整值排序20100808

标号	井号	日期	水层厚度	日注量	注水压力	PI ₉₀	FD	q/h	PI ₉₀ ^{2.50}
			(m)	(m ³ d ⁻¹)	(MPa)	(MPa)		(m ³ d ⁻¹ m ⁻¹)	(MPa)
1	GN131-N17	2010-8-8	21.9	72	10	2.67	0.27	3.29	2.03
2	GN131-14	2010-8-8	22.6	60	11	5.46	0.5	2.65	5.14
3	GN131-2	2010-8-8	31.2	120.48	10.3	8.57	0.83	3.86	5.55
4	GN131-26	2010-8-8	50.1	84	13.8	7.88	0.57	1.68	11.74
5	GN131-20	2010-8-8	55.7	86.4	12.3	8.64	0.7	1.55	13.92
6	GN131-9	2010-8-8	50.2	31.2	13	6.37	0.49	0.62	25.63
		平均：	38.62	75.68	11.73	6.6	0.56	2.28	10.67



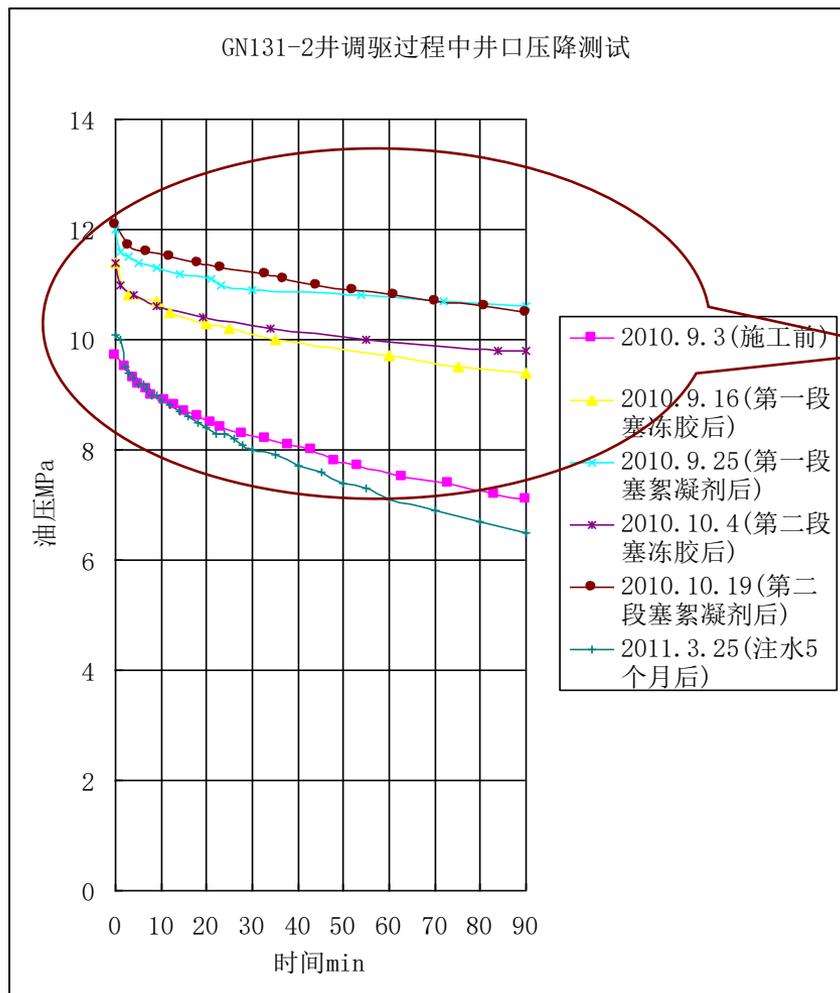
第二轮调剖本着“**整体、深部、多轮次**”调剖的原则，对GN131-2及其周围的5口水井测试井口压降，对低PI值区域GN131-N17井同时实施了调剖。

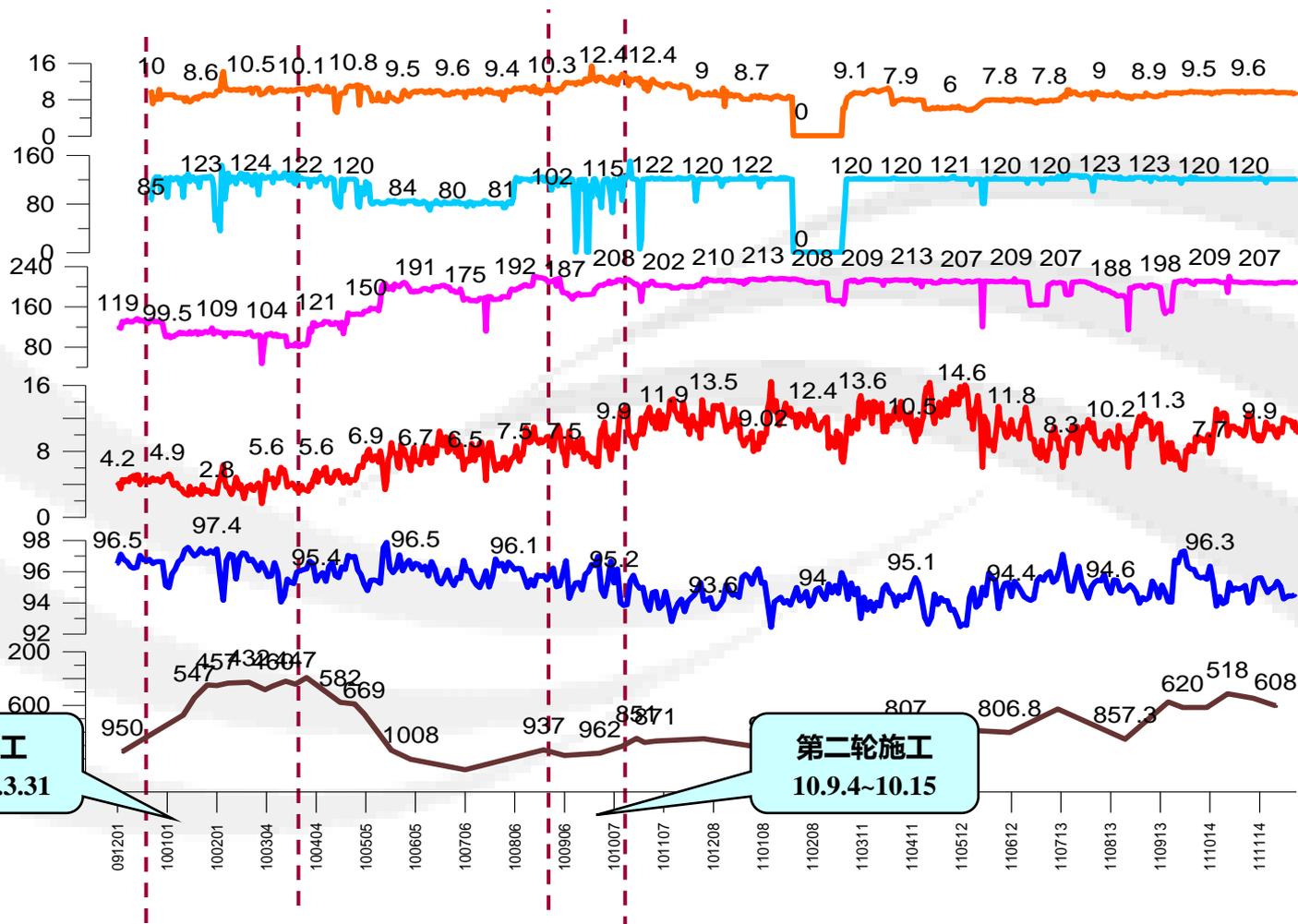




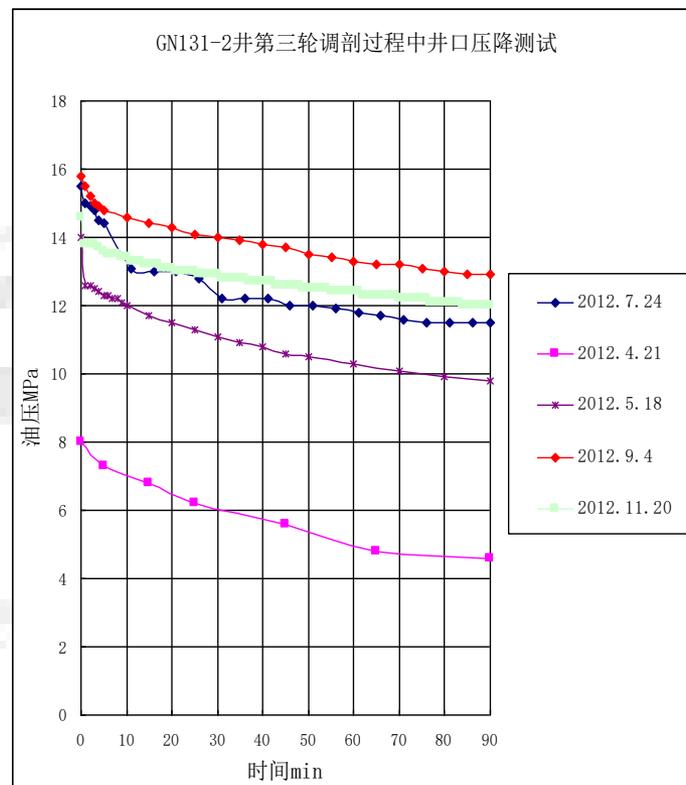
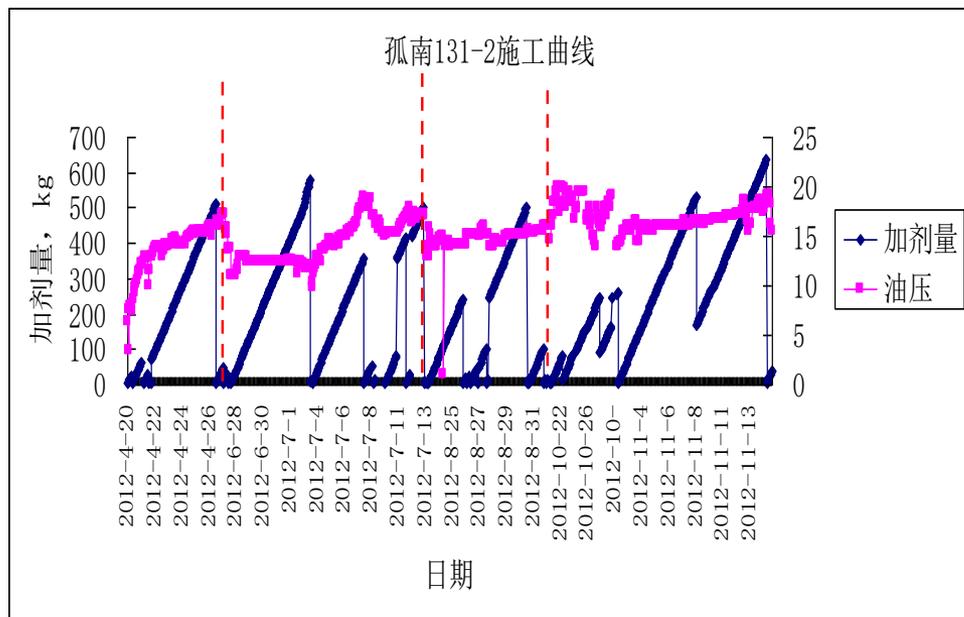
第二轮井口PI值变化

第二轮注入高温冻胶
350m³，微球2.16t，絮凝剂
61.8t，聚合物0.3t。调堵后PI
值达到7.14MPa，接近区块平
均值。施工油压由初期的
9.7Mpa逐步升至12.1Mpa。



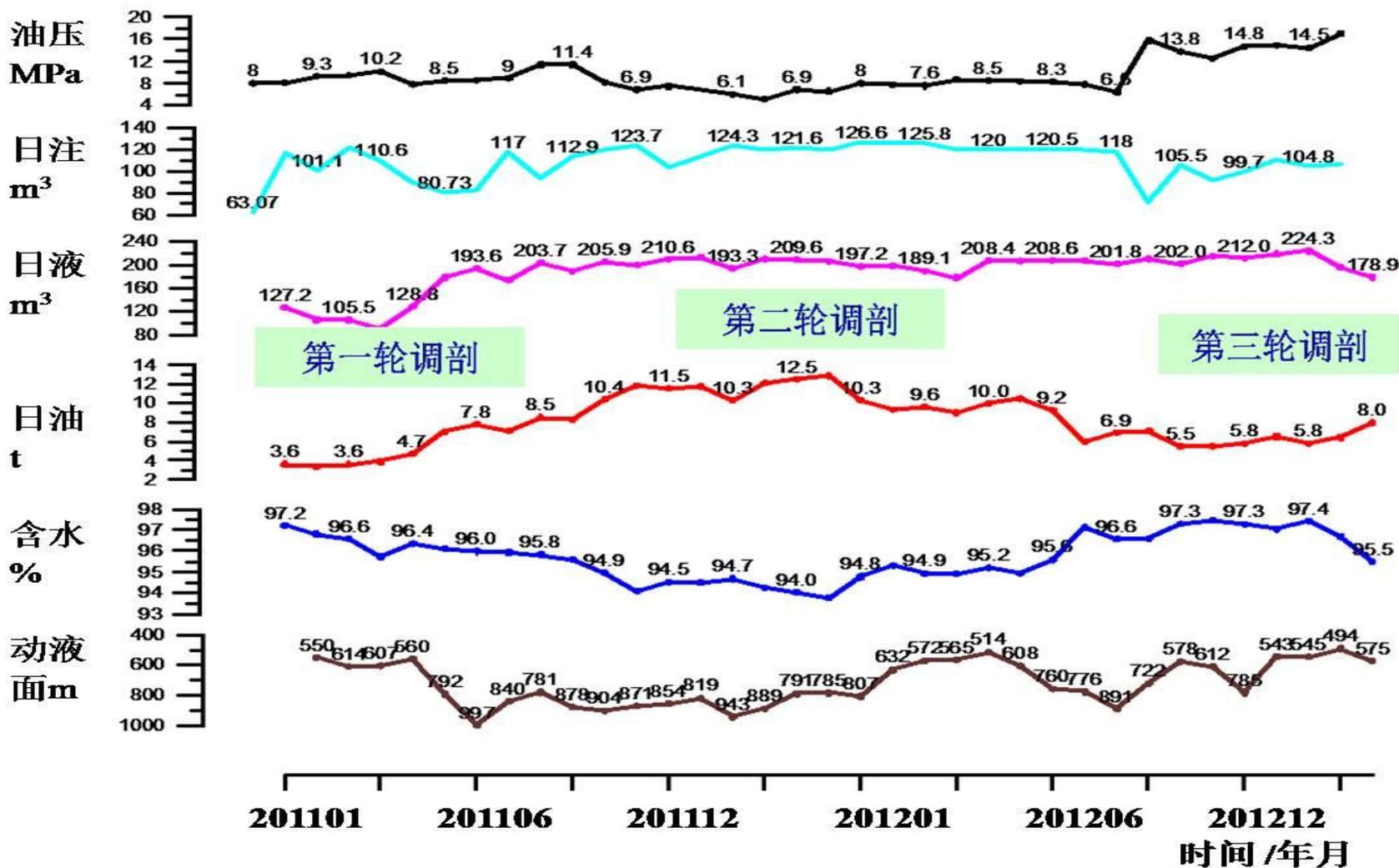


截止2011.12前两轮累增油**2940t**，其中第一轮生产天数**250天**，增油**300t**，
第二轮有效天数**480天**，增油**2640t**。



2012.4.20~11.14进行第三轮施工，
堵剂由冻胶-微球-絮凝-颗粒体系组成，
施工过程中油压由7.5MPa平稳上升到
16MPa。

PI值由5.42 Mpa逐渐升至
14.09Mpa；井口充满度FD值
由0.65升至0.8。

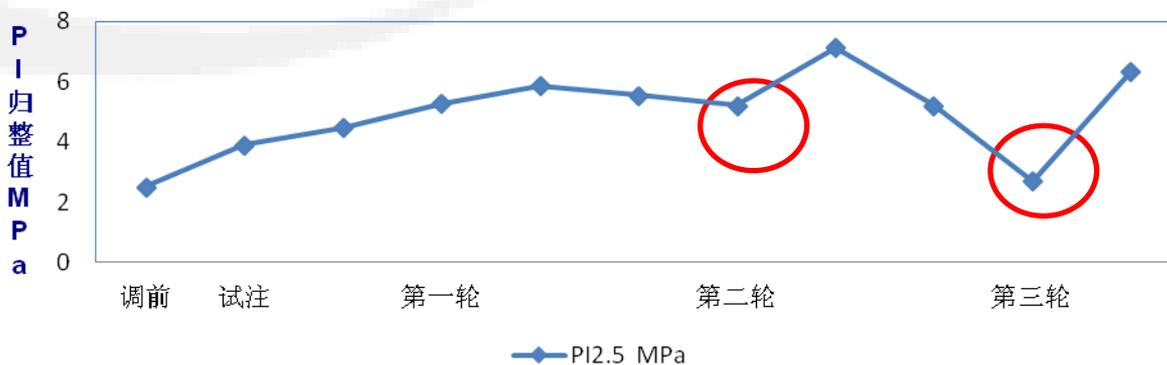




GN131-2井多轮次调剖过程PI值变化

调剖轮次	日注	注水压力MPa	FD	$PI^{2.5}$	备注
	m ³ /d			MPa	
调前	100	8.5	0.45	2.51	
试注	120	8.5	0.71	3.91	微球
	106	8.3	0.73	4.48	微球
第一轮	120	10.2	0.8	5.28	第一段塞后
	120	10.4	0.87	5.88	第二段塞后
	121	10.3	0.83	5.55	施工结束后100天
第二轮	120	9.7	0.83	5.21	施工前
	121	12.1	0.91	7.14	施工结束7天
	115	10.1	0.76	5.21	施工结束160天
第三轮	108	7.1	0.65	2.71	第三轮施工前
	126	14.6	0.87	6.34	第四段塞注水3d后

孤南131-2井多轮次调剖PI值变化曲线





前言

一、多轮次调剖的意义

二、提高多轮次调剖效果的机理

三、现场案例

结束语



- 1、注水井多轮次调剖仍可在特高含水油田实施并取得好的效果。
- 2、注水井多轮次调剖效果递减机理是多方面的，可通过建立多轮次调剖堵剂系列、把握调剖时机、优化注入压力等改善多轮次调剖的效果。
- 3、 PI 值可以作为多轮次调剖时机的选择的标准。
- 4、多轮次调剖应用中，应优化堵剂组合、配方和用量，增加调剖效果。
- 5、不仅调剖需要多轮次，油井堵水也是需要多轮次的。



- 石大油服公司创立于2002年，是教育部批准改制的，有“石油科技人才的摇篮”之称的中国石油大学校办产业，是沟通学校先进理论与油田推广应用的桥梁。
- 公司的宗旨以油田化学工程技术为基础，结合油藏工程技术和采油工程技术，提高油田的产量。
- 公司的主要研发方向是水驱开发油藏调剖堵水调驱技术的研究、推广及应用，致力于打造国内提高采收率第一品牌。

业务联系：马先生 电话：18706663877 QQ：164779079



谢谢大家