



中国科学院空间应用工程与技术中心

Technology and Engineering Center for Space Utilization, Chinese Academy of Sciences

---

# 钻井报告

---

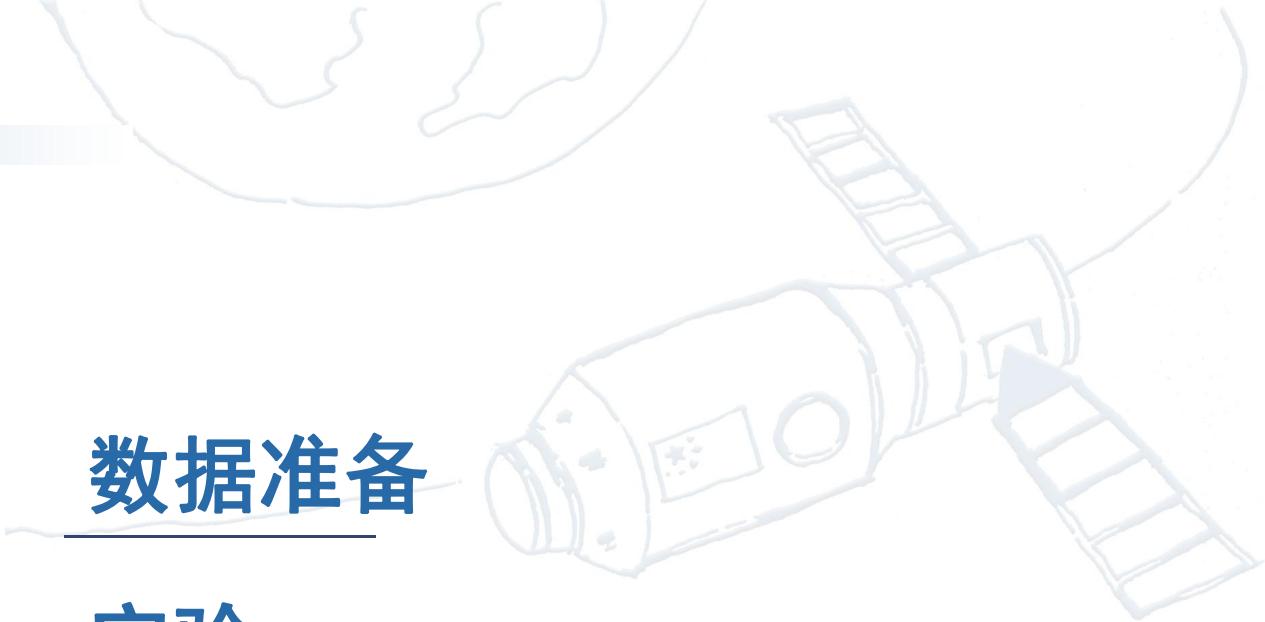
郭威龙

20200414

# C 目录

CONTENTS

- 1 数据准备
- 2 实验



# 1

## 数据准备

- 小标题1.1
- 小标题1.2

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据：2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据，时间间隔为3秒

第一次卡钻发生在2019.02.17 5:47 -- 21:04

drtm 反出深度2973m

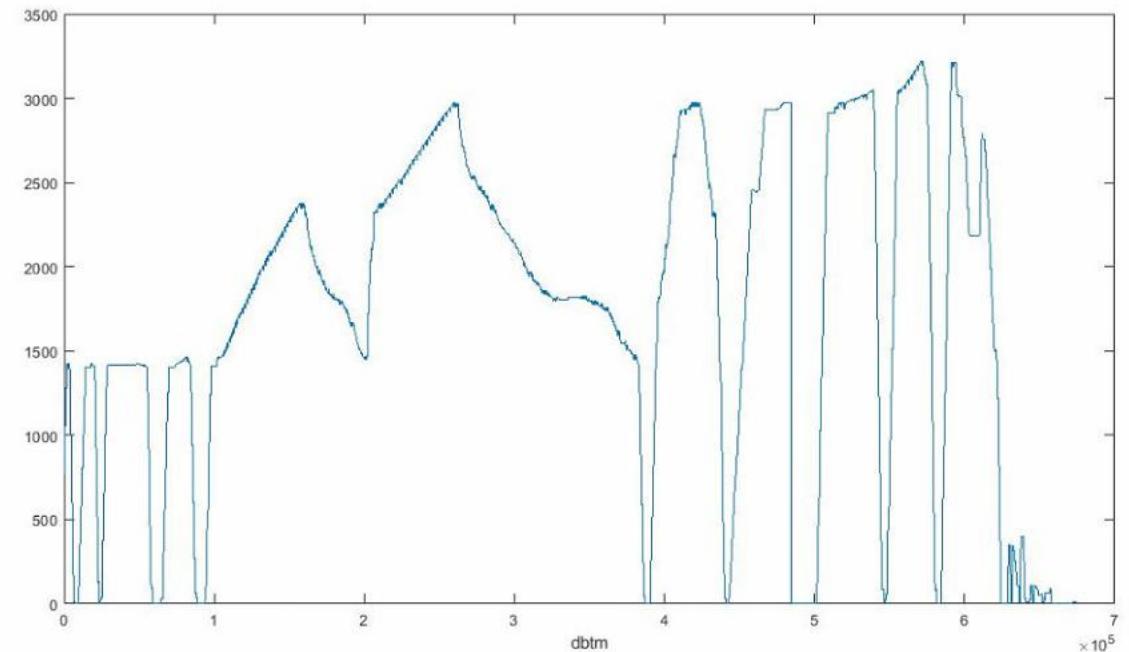
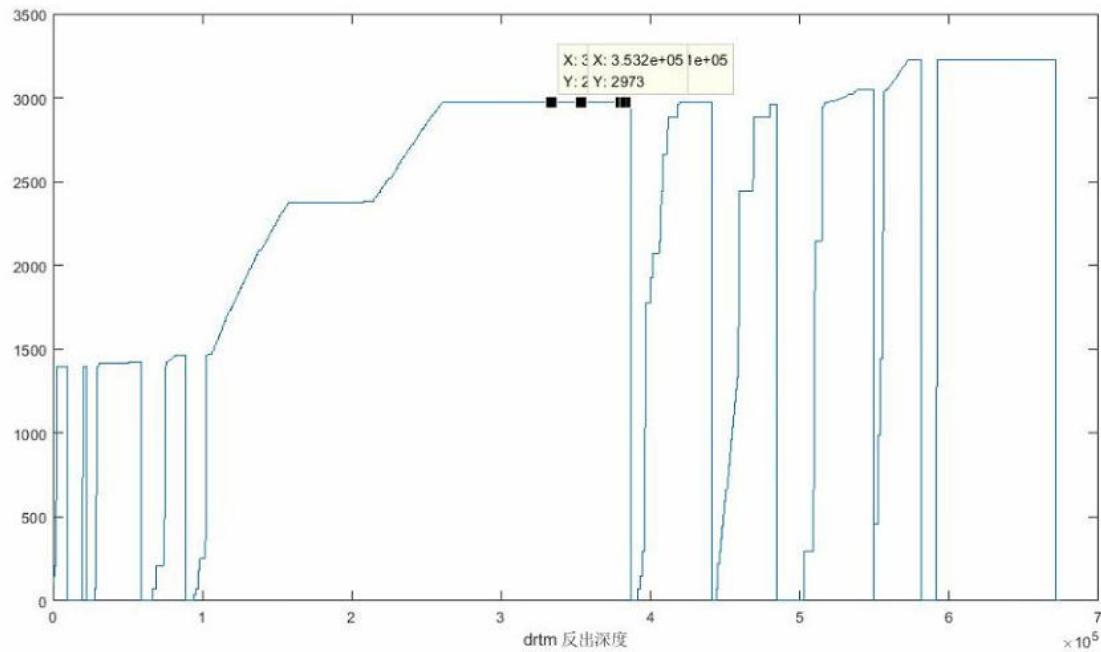
第二次卡钻发生在2019.02.18 19:47 -- 22:12

drtm 反出深度2973m

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据: 2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据, 时间间隔为3秒



# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据：2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据，时间间隔为3秒

第一次卡钻发生在2019.02.17 5:47 -- 21:04

Train 2019.02.14 00:00 - 2019.02.17 21:04 241610 -- 353230 卡钻 334898 --353230 共111620条

数据 卡钻 93288 - 111620 反出深度2973m

第二次卡钻发生在2019.02.18 19:47 -- 22:12

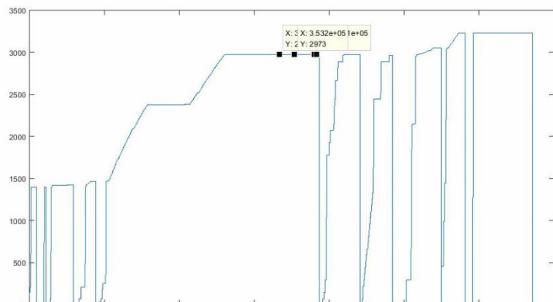
Test 2019.02.17 21:04 -2019.02.18 22:12 353231 -- 383146 卡钻 380481 -- 383146 共29915条数据

卡钻 27250 -- 29915 反出深度2973m

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据：2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据，时间间隔为3秒



334893	{5612322FWZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20807	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	100.99	100.99	0		0	37.44	0.24	70	0
334894	{47093FC9WZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20810	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	100.99	101.04	0		0	37.37	0.24	70	0
334895	{561B55B6WZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20813	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	100.94	100.99	0		0	38.13	0.24	70	0
334896	{E85CB514WZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20816	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	101.04	101.04	0		0	37.92	0.24	70	0
334897	{5C7DEC7IWZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20819	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	101.13	101.13	0		0	37.73	0.24	70	0
334898	{5E44BF1FWZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20822	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	100.9	100.94	0		0	37.88	0.24	70	0
334899	{7AB4F1BAWZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20825	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	100.99	100.99	0		0	37.5	0.24	70	0
334900	{1348F577WZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20828	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	101.04	101.04	0		0	37.53	0.24	70	0
334901	{F34856FWZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20831	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	101.04	101.09	0	0.01	0	37.24	0.24	70	0
334902	{5FDF22B1WZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20834	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	101.04	101.04	0	0.01	0	36.58	0.24	70	0
334903	{9DDDA11WZ11-2E-14dSa	#####	20190217	20837	8	1802.85		2973	2846.66	14.28	12.81	100.99	101.09	0		0	37.7	0.24	70	0

## dbtm 钻头深度

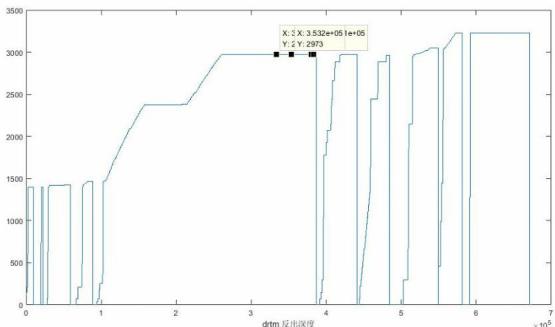
334895	0	0	38.13	0.24	70	0	0	43.41	-4.61	33	426.14	1337.28	1.58	1.57	56.45	48.55			8260	2973	797	184450.6	5109.31	1509.
334896	0	0	37.92	0.24	70	0	0	43.39	-4.59	33	426.14	1337.25	1.58	1.57	56.48	48.57			8262	2973	790	184450.6	5109.41	1509.
334897	0	0	37.73	0.24	70	0	0	43.41	-4.6	33	426.14	1337.43	1.58	1.57	56.47	48.57			8265	2973	777	184450.6	5108.74	1509.
334898	0	0	37.88	0.24	70	0	0	43.41	-4.59	33	426.14	1337.6	1.58	1.57	56.47	48.57			8270	2973	774	184450.6	5108.08	1509.
334899	0	0	37.5	0.24	70	0	0	43.57	-4.57	32	426.14	1337.96	1.58	1.57	56.48	48.57			8271	2973	771	184450.6	5106.73	1509.
334900	0	0	37.53	0.24	70	0	0	43.57	-4.57	32	426.14	1337.96	1.58	1.57	56.48	48.57			8276	2973	764	184450.6	5106.73	1509.
334901	0	0	37.24	0.24	70	0	0	43.69	-4.3	32	426.14	1328.1	1.58	1.57	56.46	48.56			8277	2973	751	184450.6	5106.19	1509.

drtm 井深

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据: 2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据, 时间间隔为3秒



WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/14 00:00:00	2019/2/14 23:00:00	钻进	正常钻进至中完	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/14 23:00:00	2019/2/15 1:10:00	循环	开泵	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/15 1:10:00	2019/2/15 8:05:00	侧划眼起钻	无	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/15 8:05:00	2019/2/15 11:28:00	侧划眼循环	无	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/15 11:28:00	2019/2/15 18:55:00	侧划眼起钻	无	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/15 18:55:00	2019/2/15 21:08:00	侧划眼循环	无	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/15 21:08:00	2019/2/17 5:47:00	侧划眼起钻	无	无
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/17 5:47:00	2019/2/17 21:04:00	处理卡钻	其它	05:47侧划眼起钻至1819.66m憋泵。停泵之后憋压、憋扭矩、转速开不起来。上下活动钻具激发震击器，效果不明显；缓慢开泵，逐步提高排量循环出井眼内岩屑。21:04恢复正常。
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/17 21:04:00	2019/2/18 03:20:00	循环	卡钻	2019/2/18 03:20:00
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/18 03:20:00	2019/2/18 19:47:00	侧划眼起钻	湿起下	停泵、上下活动钻具激发震击器，效果不明显；缓慢开泵，逐步提高排量循环出井眼内岩屑。21:04恢复正常。
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/18 19:47:00	2019/2/18 22:12:00	处理卡钻	卡钻	2019/2/18 22:12:00
WZ11-2E-14dSa	12.25°	2019/2/18 22:12:00	2019/2/18 22:12:00	湿起下	卡钻	2019/2/18 22:12:00

1546.79m

380478	[47AF35A6]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71212	8	1474.66	2973	2846.66	5.21	12.81	63.75	63.99	0	2.15	1.58	32	117.36	0.24	45
380479	[9CB295E5]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71215	8	1474.59	2973	2846.66	5.28	12.81	64.13	64.13	0	2.25	1.66	32	117.65	0.24	45
380480	[DF35528C]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71218	8	1474.54	2973	2846.66	5.33	12.81	64.37	64.37	0	2.31	1.71	32	117.47	0.25	45
380481	[B340BBFA]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71221	8	1474.46	2973	2846.66	5.4	12.81	64.46	64.56	0	2.36	1.74	32	117.25	0.24	45
380482	[91F63F99]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71224	8	1474.39	2973	2846.66	5.48	12.81	64.79	64.79	0	1.98	1.46	32	117.43	0.24	45
380483	[E4463B0C]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71227	8	1474.3	2973	2846.66	5.57	12.81	64.6	64.79	0	2.38	1.76	32	117.03	0.24	45
380484	[8350D001]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71230	8	1474.25	2973	2846.66	5.62	12.81	64.79	64.79	0	2.2	1.62	32	117.1	0.24	45
380485	[05DD2DAC]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71233	8	1474.15	2973	2846.66	5.72	12.81	65.92	65.92	0	2.12	1.56	32	117.6	0.24	45
380486	[1002R72EW]WZ11-2E-14dSa	#####	2019/2/18	71236	8	1474.11	2973	2846.66	5.76	12.81	63.95	65.92	0	2.29	1.69	32	120.14	0.24	45

dbtm 钻头深度

380477	45	42	40	62.35	15.41	42	426.14	2455	1.59	1.57	55.2	47.47		671		2973	421	184450.6	2284.09	1509.06
380478	45	42	40	62.33	15.58	42	426.14	2454.44	1.59	1.57	55.2	47.47		678		2973	421	184450.6	2284.58	1509.06
380479	45	42	40	62.35	15.56	42	426.14	2452.5	1.59	1.57	55.2	47.47		683		2973	428	184450.6	2286.23	1509.06
380480	45	42	40	62.4	15.58	42	426.14	2451.08	1.59	1.58	55.2	47.47		687		2973	428	184450.6	2287.48	1509.06
380481	45	42	40	62.55	15.73	42	426.14	2448.64	1.6	1.59	55.2	47.47		695		2973	438	184450.6	2289.66	1509.06
380482	45	42	40	62.57	15.78	42	426.14	2447.91	1.61	1.6	55.32	47.57		700		2972	438	184450.6	2290.27	1509.06
380483	45	42	40	62.61	15.82	42	426.14	2447.61	1.62	1.61	56.16	48.3		710		2973	445	184450.6	2290.33	1509.06
380484	45	42	40	62.64	15.94	42	426.14	2447.05	1.62	1.61	56.20	48.3		712		2972	440	184450.6	2290.04	1500.06

drtm 井深

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据: 2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据, 时间间隔为3秒

实验特征参数选取: mfop, tva, bpos, tvca, spr5

## Tsfresh特征提取-DF1-1-P4H卡钻

数据: 卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征: mfop、tva、bpos、tvca、spr5

数据: 卡钻发生前半小时至开始人工操作后半小时

提取得到的特征: mfop、mfia、tva、bpos、tvca、spr5、tqx

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据: 2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据, 时间间隔为3秒

第一组实验特征参数选取: mfop, tva, bpos, tvca, spr5

Tsfresh特征提取-DF1-1-P4H卡钻

数据: 卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征: mfop、tva、bpos、tvca、spr5

数据: 卡钻发生前半小时至开始人工操作后半小时

提取得到的特征: mfop、mfia、tva、bpos、tvca、spr5、tqx

# 数据准备

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

源数据: 2019.02.05 - 2019.03.01 共675110条数据, 时间间隔为3秒

Label: contextual 无法通过人为设定阈值来得到的复杂情况即复杂异常  
point 通过人为分析可能解决的简单异常

```
chan_id,spacecraft,anomaly_sequences,class,num_values
bpos,SMAP,"[[93288, 111620]]",,[contextual],11620
mfop,SMAP,"[[93288, 111620]]",,[contextual],11620
spr5,SMAP,"[[93288, 111620]]",,[contextual],11620
tva,SMAP,"[[93288, 111620]]",,[contextual],11620
tvca,SMAP,"[[93288, 111620]]",,[contextual],11620
-----
chan_id,spacecraft,anomaly_sequences,class,num_values
bpos,SMAP,"[[27250, 29915]]",,[contextual],29915
mfop,SMAP,"[[27250, 29915]]",,[contextual],29915
spr5,SMAP,"[[27250, 29915]]",,[contextual],29915
tva,SMAP,"[[27250, 29915]]",,[contextual],29915
tvca,SMAP,"[[27250, 29915]]",,[contextual],29915
```



## 2

# 实验

- 小标题1.1
- 小标题1.2

# 实验

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

Train: 包含一次卡钻的111620条数据 Test: 包含一次卡钻的29915条数据

第一组实验特征参数选取: mfop, tva, bpos, tvca, spr5

每个参数一轮大概2500s, 每个参数35轮

```
Stream # 4: tva
Train on 89088 samples, validate on 22272 samples
Epoch 1/35
89088/89088 [=====] - 2381s 27ms/step - loss: 1807.4731 - val_loss: 553.6379
Epoch 2/35
89088/89088 [=====] - 2377s 27ms/step - loss: 442.2525 - val_loss: 68.0527
Epoch 3/35
```

```
Epoch 5/35
89088/89088 [=====] - 2385s 27ms/step - loss: 40.9253 - val_loss: 3.6249
Epoch 6/35
89088/89088 [=====] - 2368s 27ms/step - loss: 38.8926 - val_loss: 4.1906
Epoch 7/35
89088/89088 [=====] - 2426s 27ms/step - loss: 37.7753 - val_loss: 2.5478
Epoch 8/35
89088/89088 [=====] - 2509s 28ms/step - loss: 36.8277 - val_loss: 2.8494
Epoch 9/35
89088/89088 [=====] - 2488s 28ms/step - loss: 36.1321 - val_loss: 4.8784
Epoch 10/35
89088/89088 [=====] - 2474s 28ms/step - loss: 35.3821 - val_loss: 2.1093
Epoch 11/35
89088/89088 [=====] - 2468s 28ms/step - loss: 34.6169 - val_loss: 2.0368
Epoch 12/35
89088/89088 [=====] - 2533s 28ms/step - loss: 34.2680 - val_loss: 2.5774
Epoch 13/35
89088/89088 [=====] - 2506s 28ms/step - loss: 33.6579 - val_loss: 2.8381
Epoch 14/35
89088/89088 [=====] - 2545s 29ms/step - loss: 33.8090 - val_loss: 2.0686
Epoch 15/35
49920/89088 [=====>.....] - ETA: 17:31 - loss: 33.1996
```

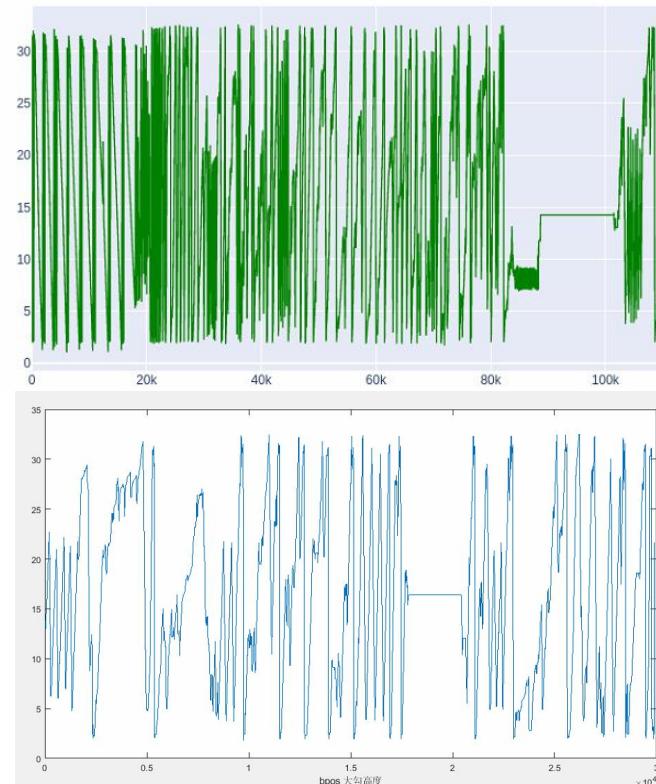
# 实验

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

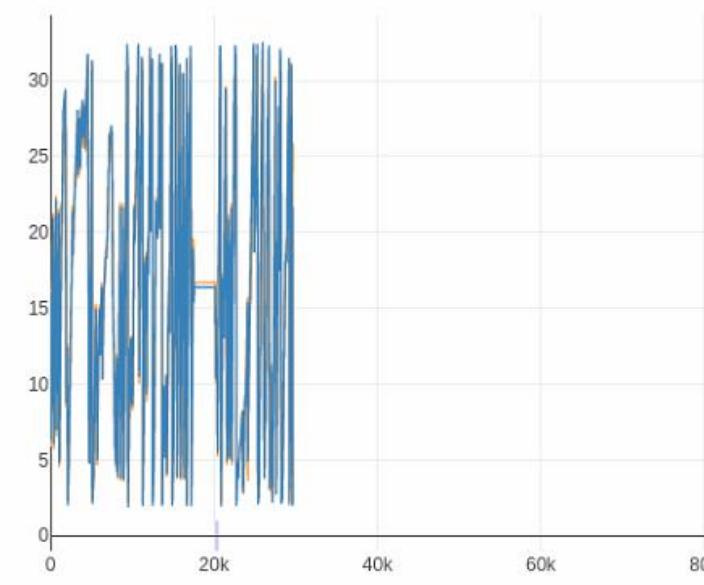
Train: 共111620条数据 卡钻 93288 - 111620 Test: 共29915条数据 卡钻 27250 -- 29915

第一组实验特征参数选取: **mfop, tva, bpos, tvca, spr5 大勾高度**

Training Data

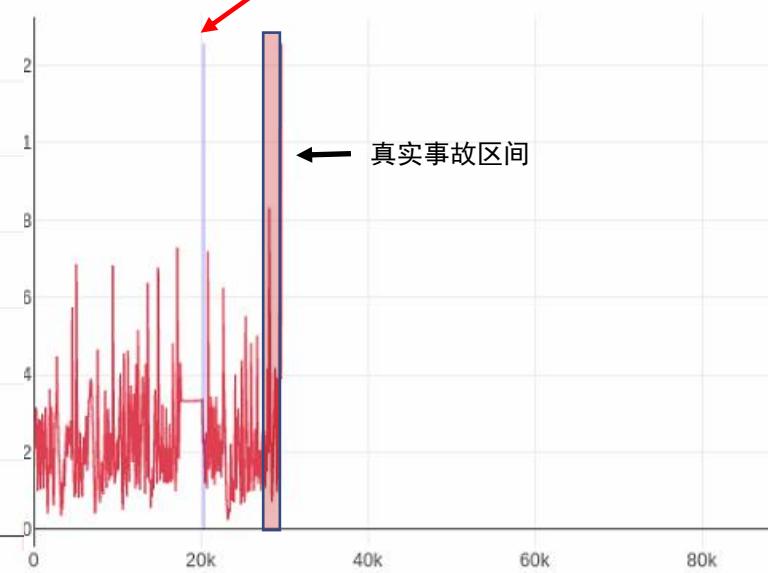


y / y\_hat comparison



bpos-test

Smoothed Errors (e\_s)

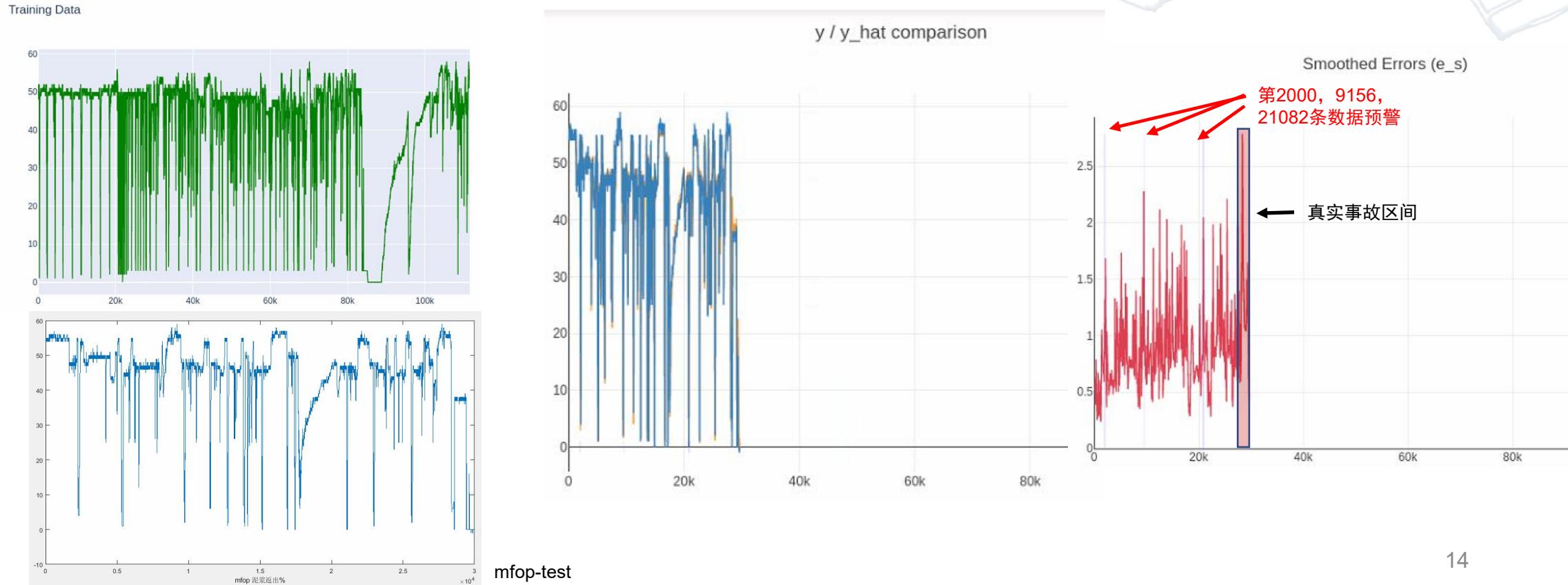


# 实验

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

Train: 共111620条数据 卡钻 93288 - 111620 Test: 共29915条数据 卡钻 27250 -- 29915

第一组实验特征参数选取: **mfop, tva, bpos, tvca, spr5** 泥浆返出



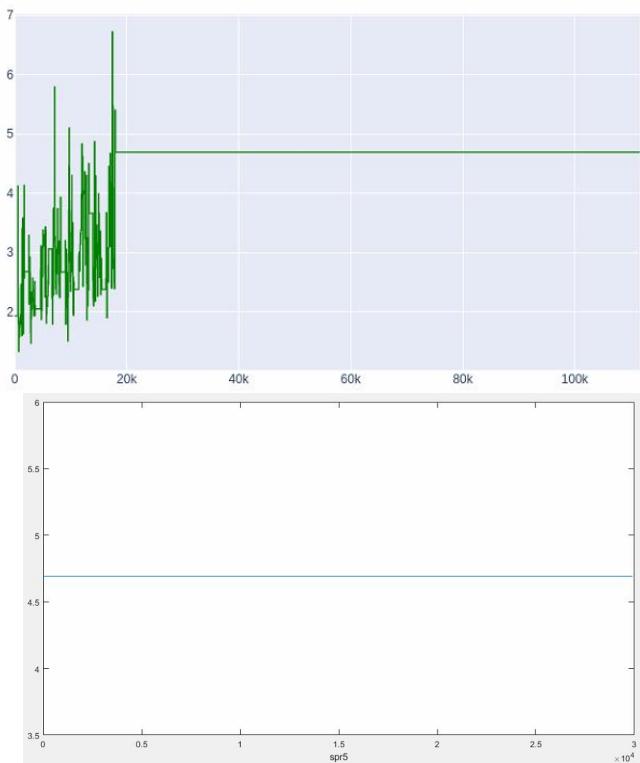
# 实验

- 井号: WZ11-2E-14dsa (当前统一使用的卡钻研究数据)

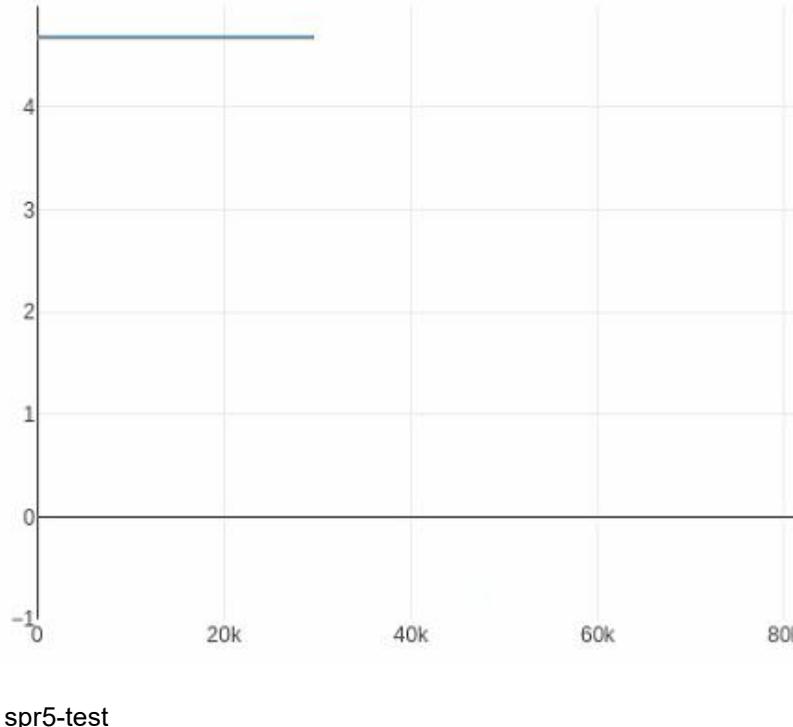
Train: 共111620条数据 卡钻 93288 - 111620 Test: 共29915条数据 卡钻 27250 -- 29915

第一组实验特征参数选取: mfop, tva, bpos, tvca, spr5 spr5

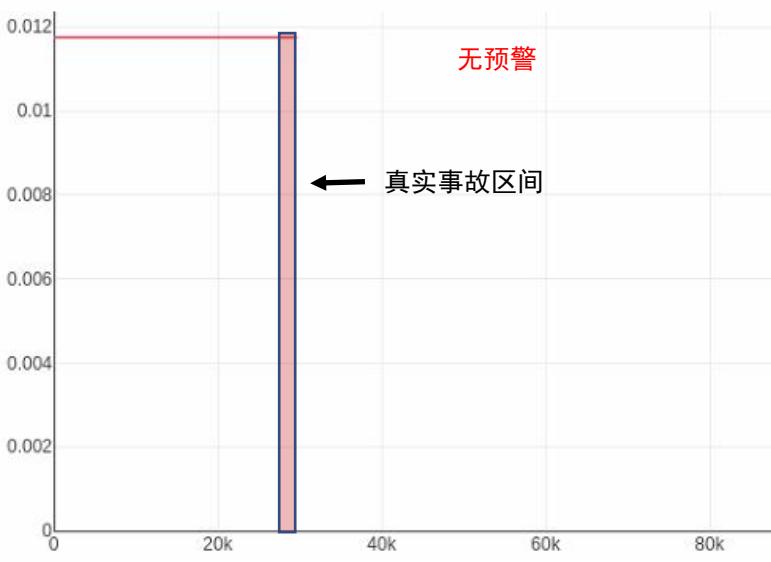
Training Data



y / y\_hat comparison

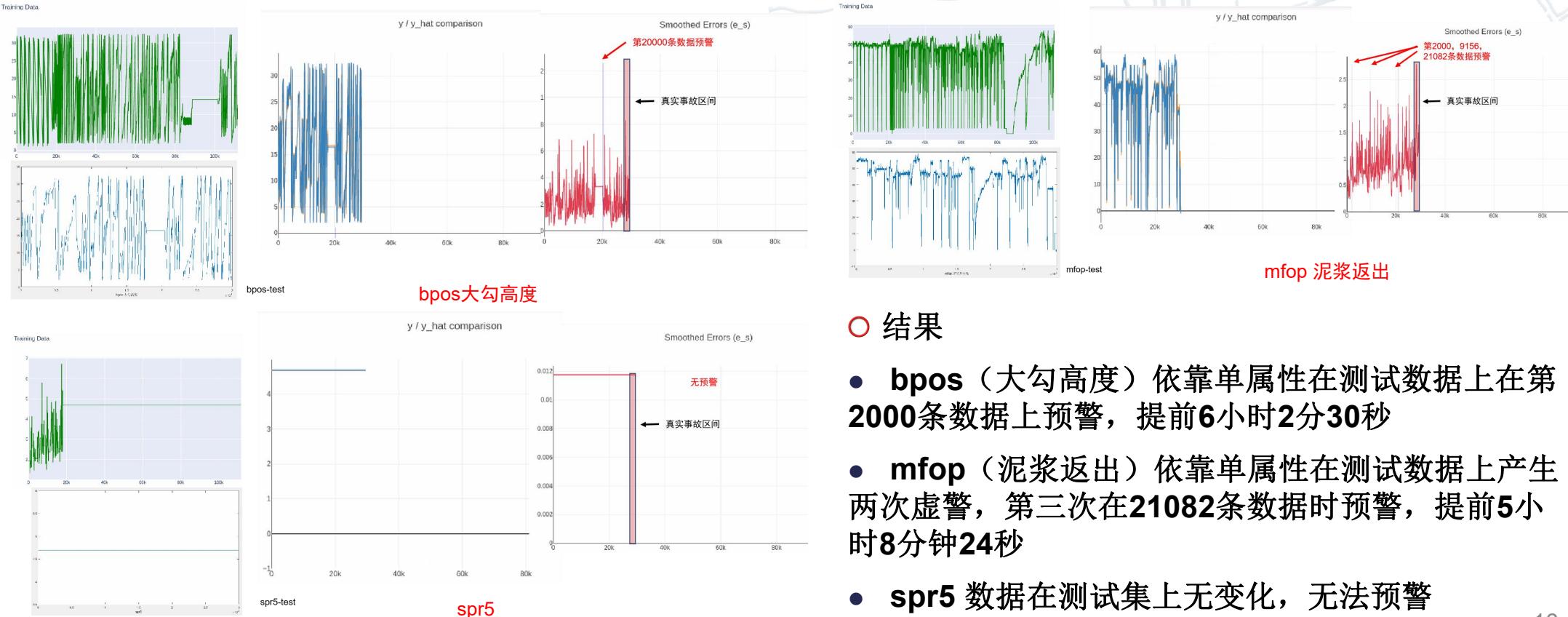


Smoothed Errors (e\_s)



# 结果

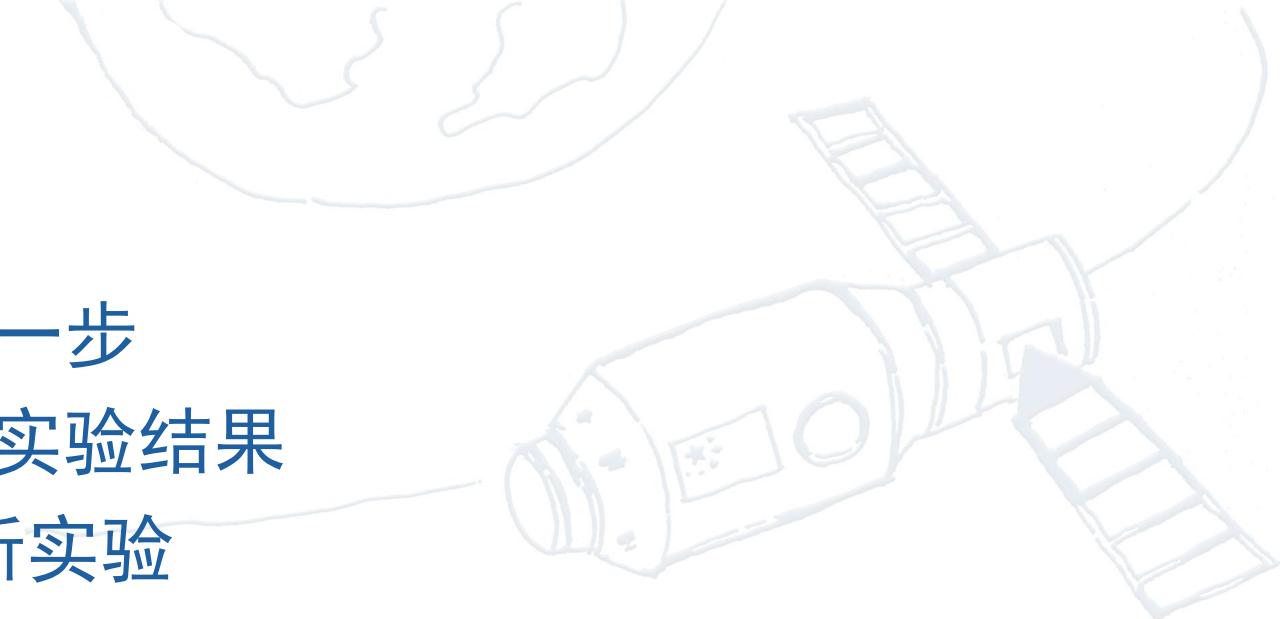
- WZ11-2E-14dsa 针对卡钻事故预测（方法：LSTM+阈值自适应调整）
- 训练集数据：111620条数据(2019/2/14 00:00 - 2019/2/17 21:04)卡钻 第93288 - 111620条数据
- 测试集数据：29915条数据(2019/2/17 21:04 - 2019/2/18 22:12) 卡钻 第27250 - 29915条数据

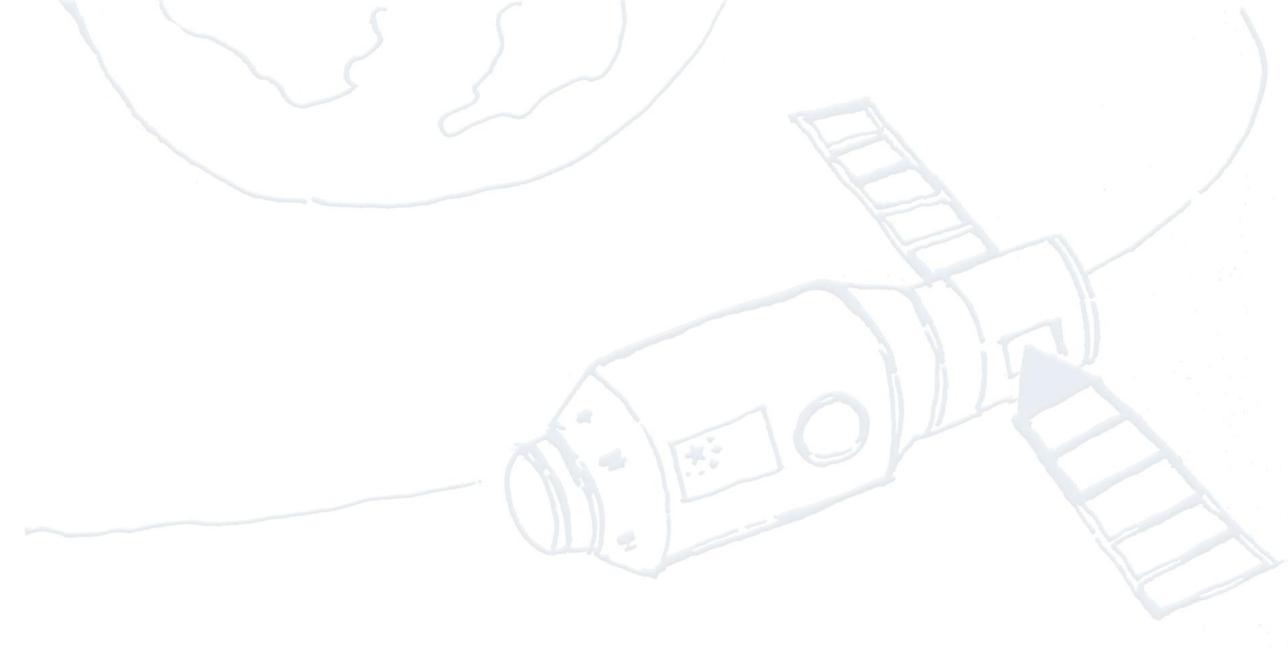


## ○ 结果

- **bpos**（大勾高度）依靠单属性在测试数据上在第2000条数据上预警，提前6小时2分30秒
- **mfop**（泥浆返出）依靠单属性在测试数据上产生两次虚警，第三次在21082条数据时预警，提前5小时8分钟24秒
- **spr5** 数据在测试集上无变化，无法预警

下一步  
可视化实验结果  
分析实验  
进行下一组特征实验  
深度值特征实验  
预测





# 钻井事故预测工作进展

周壮

2020-4-14

# 前期工作

- Relief算法



特征选择

- ARMA算法

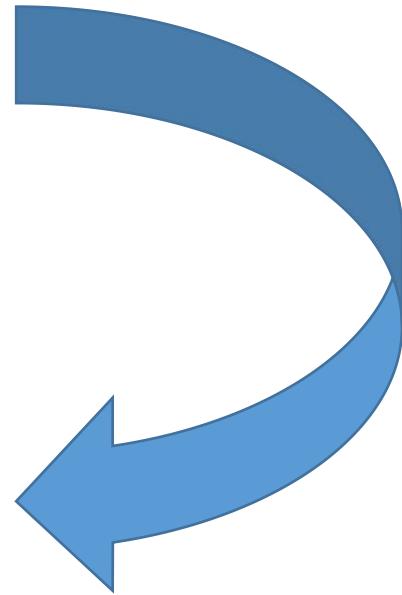


工况参数预测

- OCSVM算法



奇异检测



## WZ11-2E-14dSa 卡钻事故

井名	井段	正常井况				备注	复杂情况												
		井眼尺寸	井况开始日	井况开始时	结束日期	结束时间	羊细井况类型	简单井况类型	人工操作	复杂情况类型	复杂开始日	复杂开始时	人工操作类	人工开始日	人工开始时	人工结束日	人工结束时	复杂结束日	复杂结束时
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-15	11:28:00	2019-2-15	18:55:00		倒划眼起钻	湿起下	轻微遇阻上	无									
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-15	18:55:00	2019-2-15	21:08:00		划眼循环	循环		无									
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-15	21:08:00	2019-2-17	5:47:00		倒划眼起钻	湿起下	遇阻上提下	无									
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-17	5:47:00	2019-2-17	21:04:00		处理卡钻	其它	眼起钻至	卡钻	2019-2-16	5:47:00	活动钻具激	2019-2-16	5:47:00	2019-2-16	21:04:00	2019-2-16	21:04:00
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-17	21:04:00		0:32:00		循环	循环											
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-18	0:32:00	2019-2-18	19:47:00		倒划眼起钻	湿起下	遇阻上提下	无									
WZ11-2E-14dSa	12.25"	2019-2-18	19:47:00	2019-2-18	22:12:00		处理卡钻	湿起下	眼起钻至	卡钻	2019-2-18	19:47:00	缓慢开泵,	2019-2-18	19:47:00	2019-2-18	22:12:00	2019-2-18	22:12:00

TP	35071	FP	4136
TN	676	FN	117
精度		87.67%	

# 近期工作

- 异常检测算法存在最佳训练数据区间及训练参数

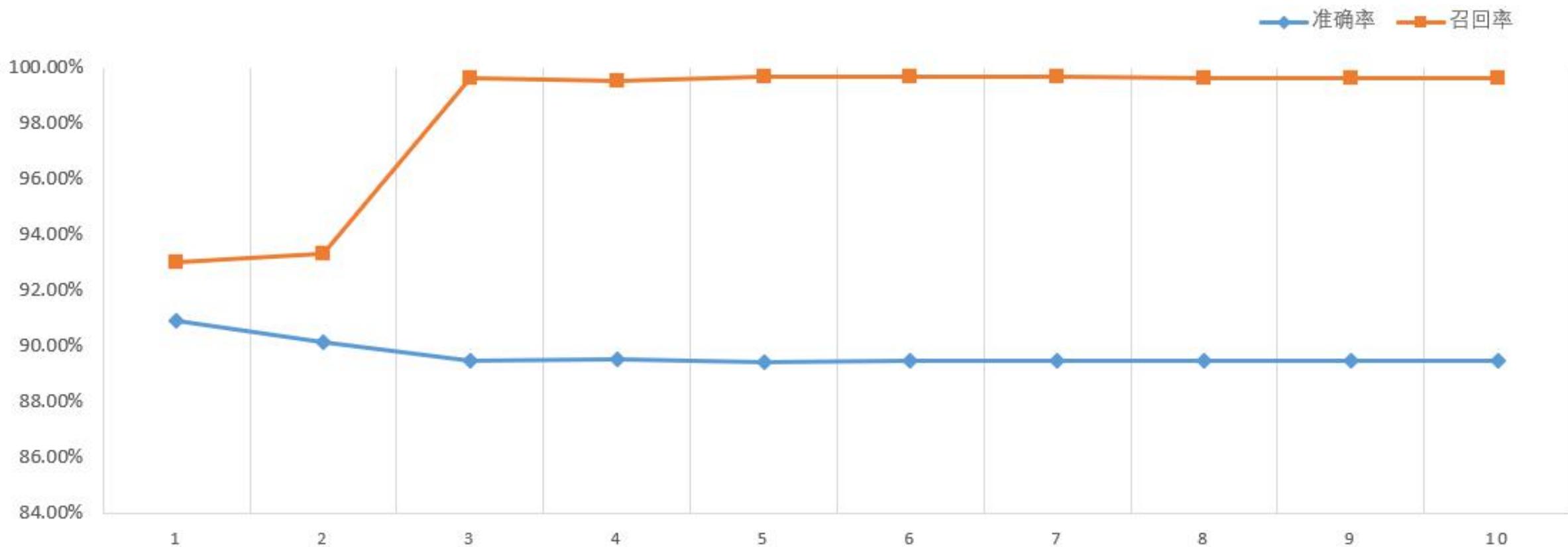


1. 分析不同步长变化对精度的影响
2. 分析不同模型超参数对精度的影响

**解决思路：设计对照实验对比试验结果**

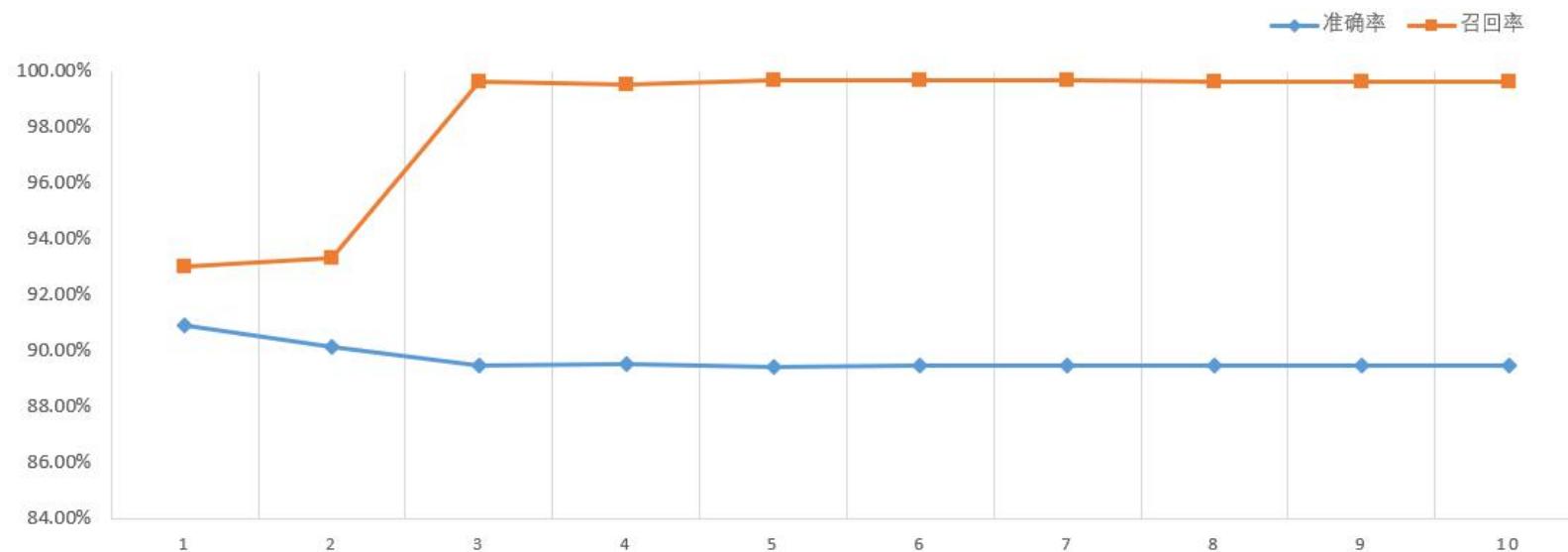
# 试验结果

## 1. 不同训练数据量验证精度变化



# 试验结果

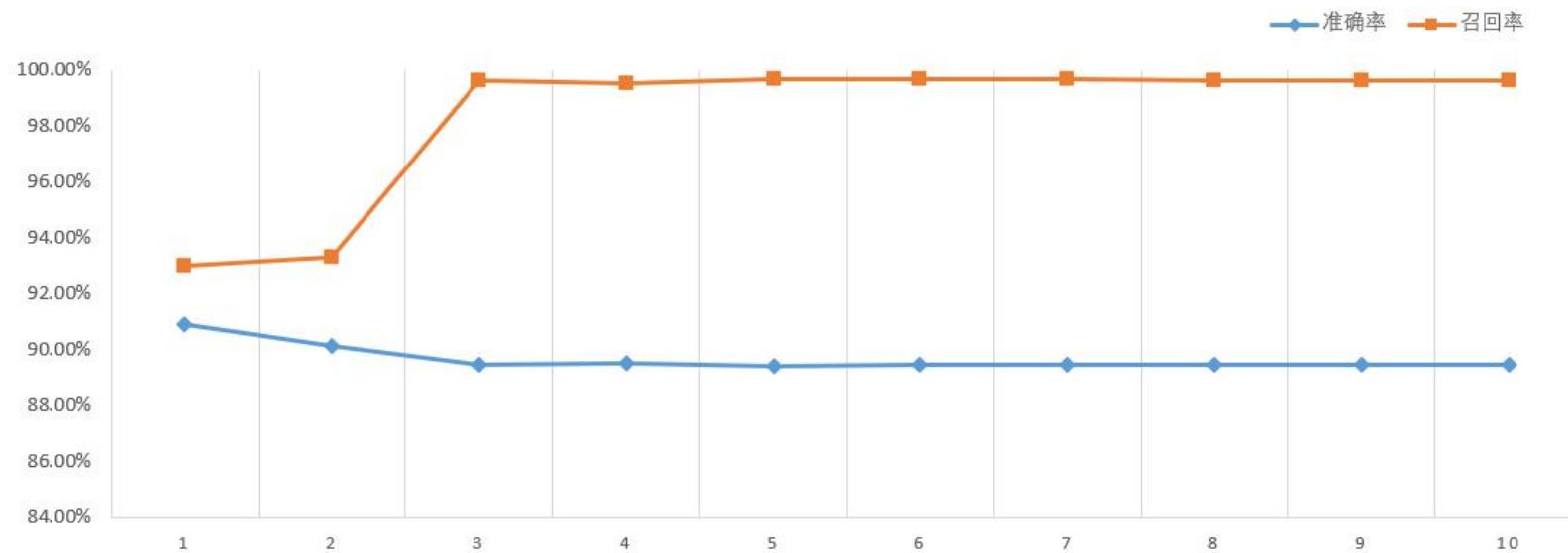
## 1. 不同训练数据量验证精度变化



1. 训练数据增长到一定程度，评价指标趋于平稳
2. 正常/异常比例差异大影响具体指标走势有区别

# 试验结果

## 1. 不同训练数据量验证精度变化

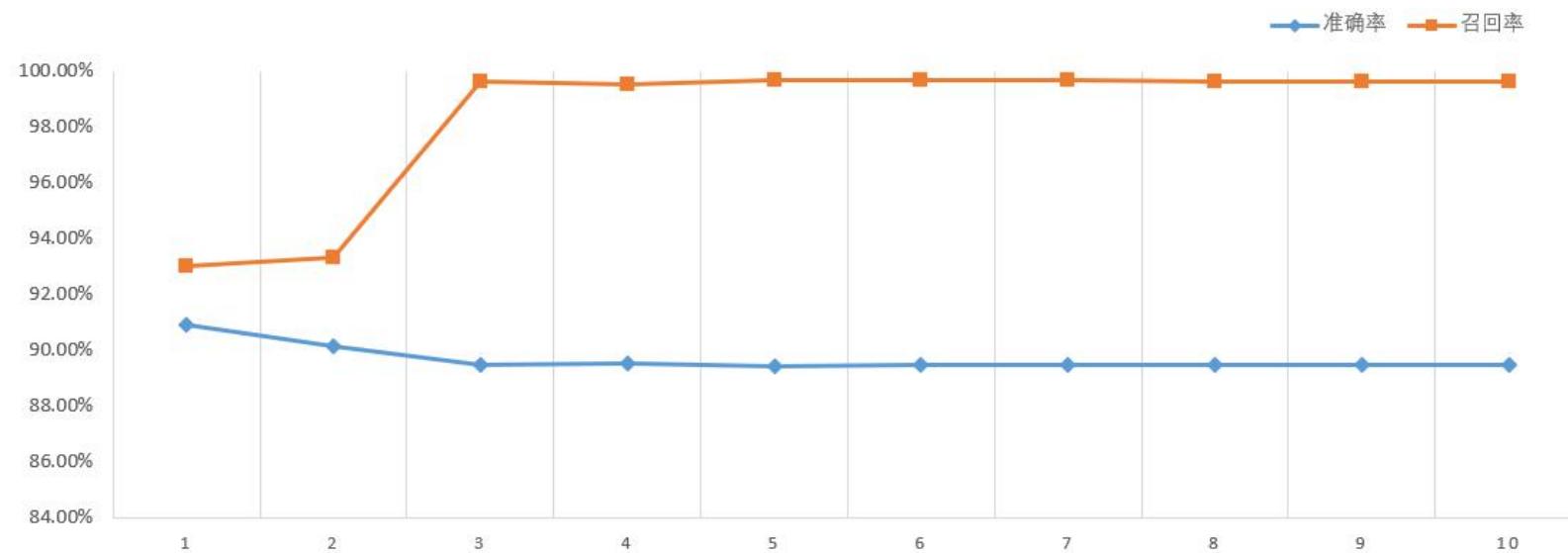


1. 训练数据增长到一定程度，评价指标趋于平稳
2. 正常/异常比例差异大影响具体指标走势有区别

- 准确率：训练数据越多，假阳例占比越多，呈下降趋势
- 召回率：训练数据越多，假阴例占比越多，呈增长区域

# 试验结果

## 1. 不同训练数据量验证精度变化



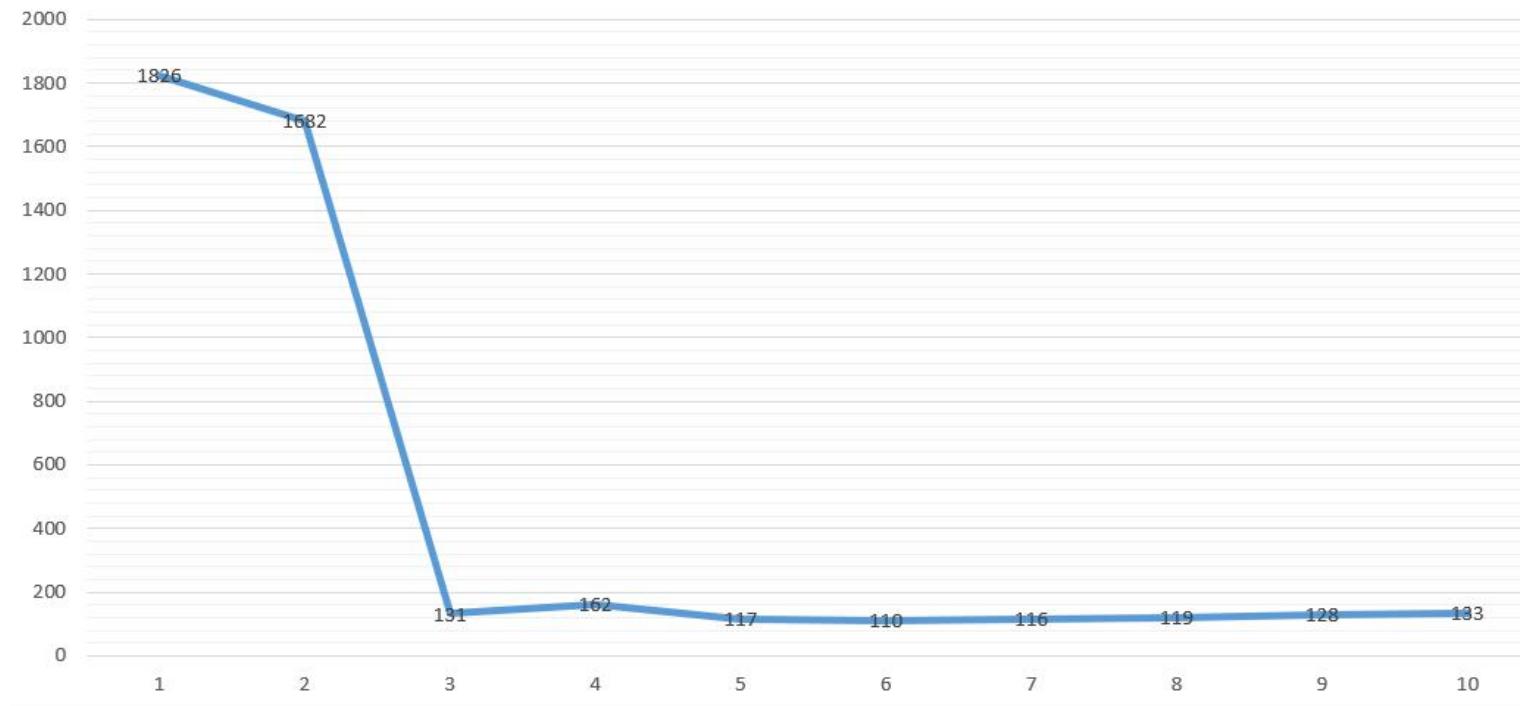
- 准确率：训练数据越多，假阳例占比越多，呈下降趋势
- 召回率：训练数据越多，假阴例占比越多，呈增长区域

1. 训练数据增长到一定程度，评价指标趋于平稳
2. 正常/异常比例差异大影响具体指标走势有区别

评价指标需考虑样例分布

# 试验结果

## 2. 不同训练数据量假阴例变化

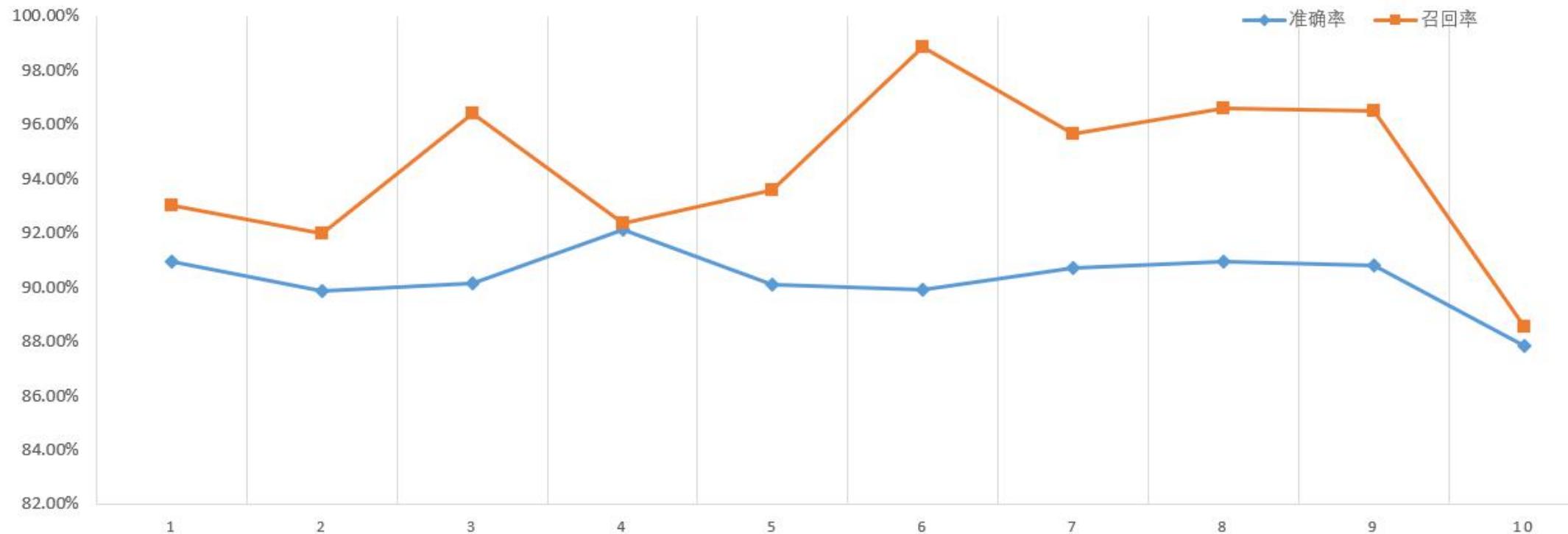


1. 训练数据量需满足一定数量才能控制假阴例指标
2. 当训练数据增大到一定程度，假阴例数据趋于平稳，但假阴率持续下降

可参考假阴例数量选取合适的训练数据量

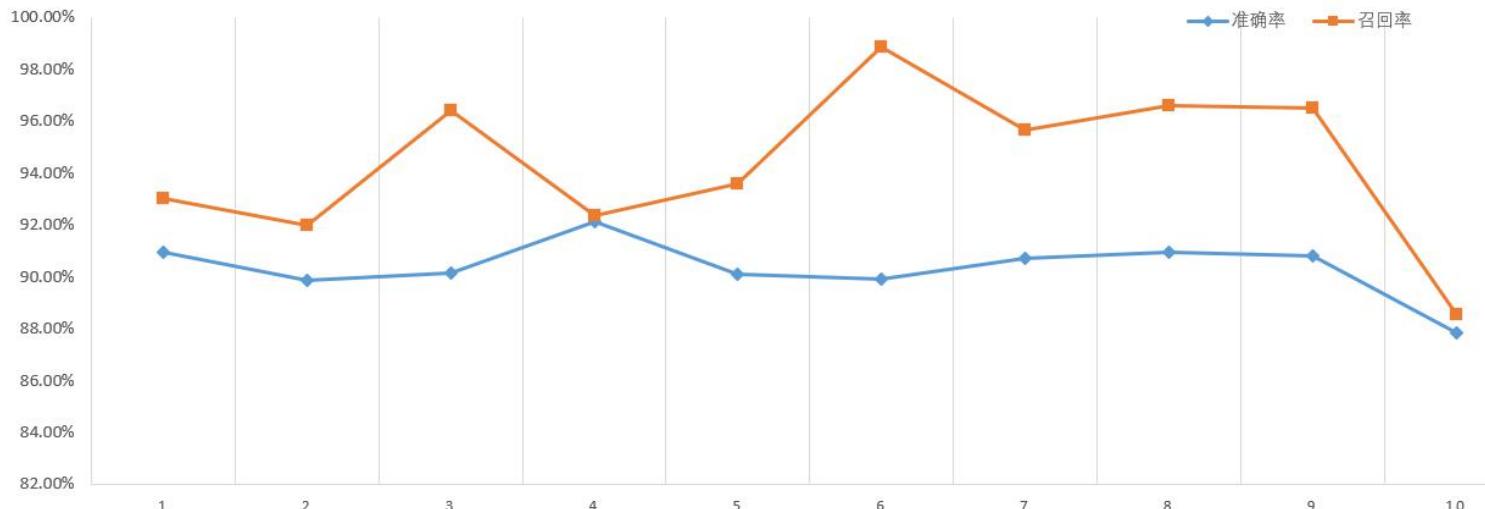
# 试验结果

## 3. 训练区间滑窗验证精度变化



# 试验结果

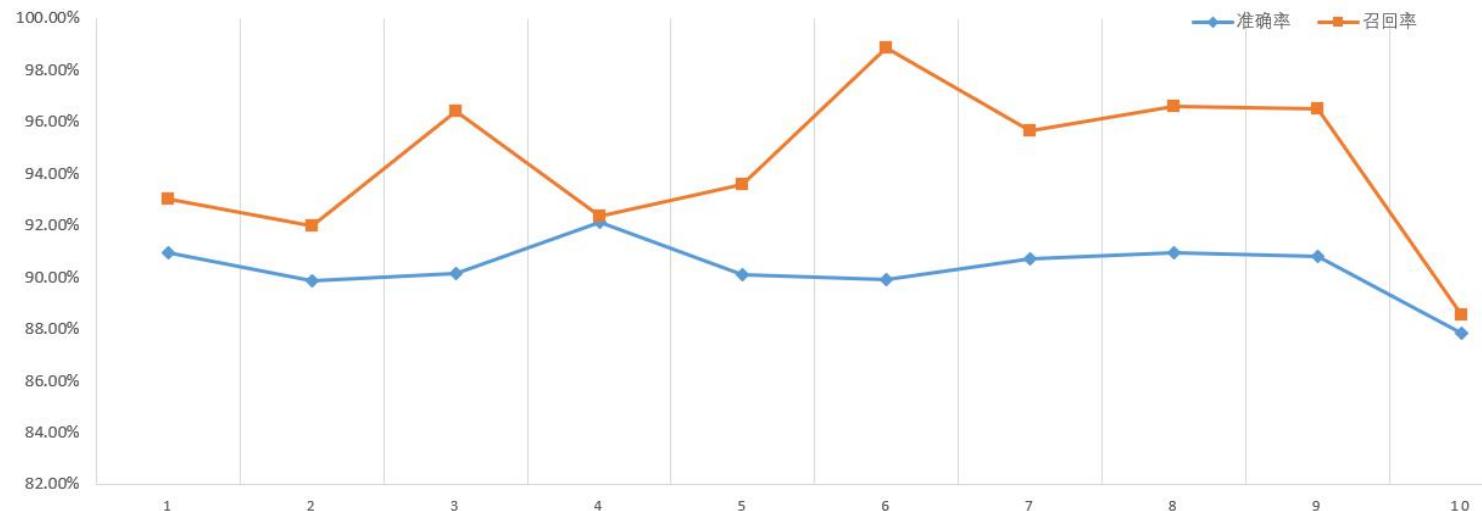
## 3. 训练区间滑窗验证精度变化



1. 评价指标和滑窗区间距离事故远近没有明显关系
2. 准确率和召回率无明显相关性，且准确率变化趋势更稳定

# 试验结果

## 3. 训练区间滑窗验证精度变化



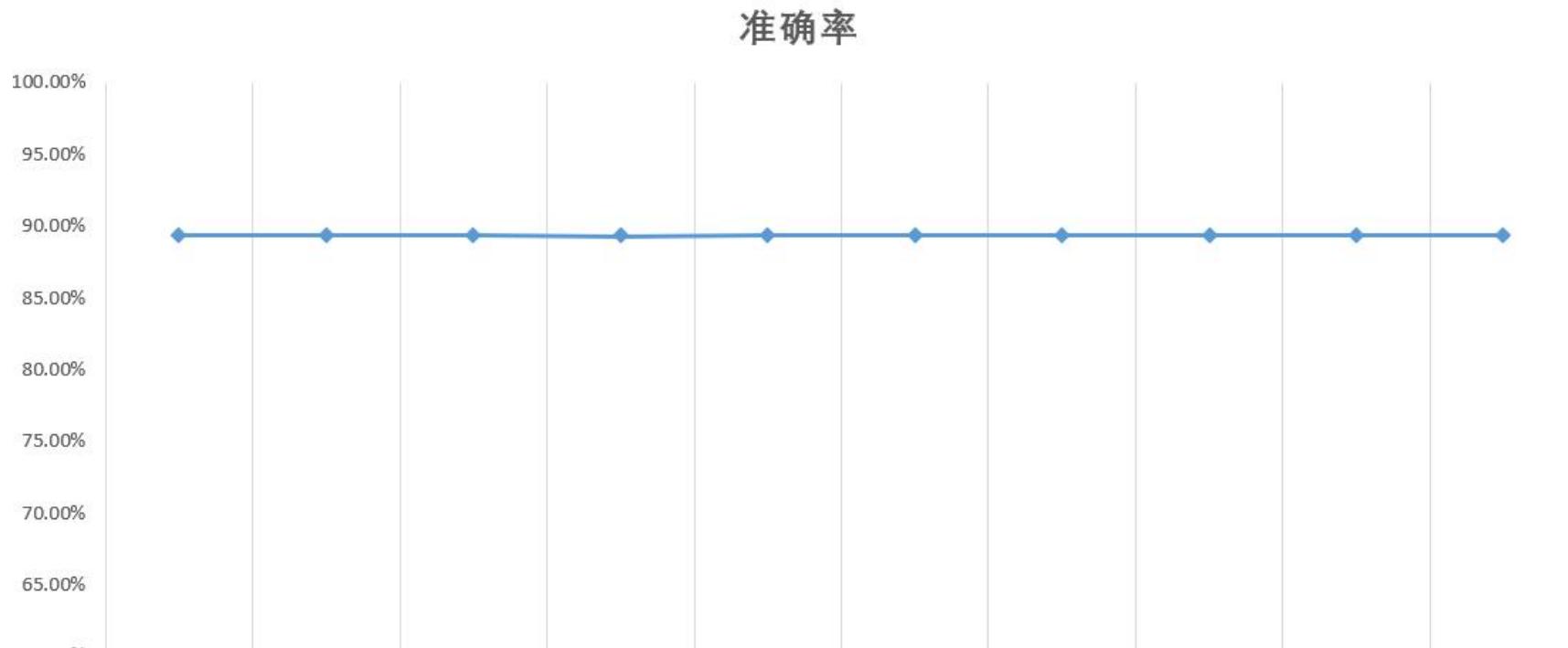
1. 评价指标和滑窗区间距离事故远近没有明显关系
2. 准确率和召回率无明显相关性，且准确率变化趋势更稳定



后续扩充样本区间分析相关指标变化

# 试验结果

## 3. 不同模型超参下验证精度变化



**超参数对评价指标影响有限**

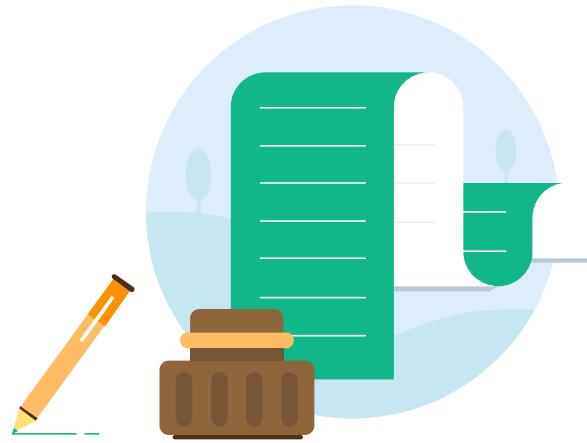
1. 核函数形式
2. 惩罚系数
3. 核函数独立项
4. 迭代次数
5. .....



**结论仅针对当前样例数据**

# 下一步工作

- 实验模型中考虑分类概率值以有效控制假阴例数量
- 扩充本样例数据以在最优区间下进行实验对比
- 调研其他单类异常检测算法并对比实验



# 例 会 汇 报

---

寇珑璇

2020/04/14

## 工作简述

1. 特征提取、整理相关参数
2. 长时序数据预测

# 1. 特征提取

## 1.1 井况与人工操作情况

井名	复杂情况类型	复杂开始日期	复杂开始时间	人工操作类型	复杂情况		人工操作		人工开始日期	人工开始时间	人工结束日期	人工结束时间	复杂结束日期	复杂结束时间
					人工操作	复杂情况	人工开始日期	人工开始时间	人工结束日期	人工结束时间	复杂结束日期	复杂结束时间		
DF13-2-A4H	卡钻	2019/2/20	5:44:00	接顶驱开泵、浸泡、增大排量、上提			2019/2/20	5:44:00	2019/2/21	0:19:00	2019/2/21	0:19:00		
DF1-1-P4H	卡钻	2019/12/16	2:45:00	反复上提钻具、震击器震击、替入海水、大排量循环			2019/12/16	3:47:00	2019/12/16	10:46:00	2019/12/16	10:46:00		
DF1-1-P10H	卡钻	2019/12/23	0:51	开泵、未开转盘、上提提活			2019/12/23	1:50	2019/12/23	2:20	2019/12/23	2:20		
DF1-1-P10H	卡钻	2020/1/3	3:18	下砸钻具、尝试转动顶驱、控制悬重、上下激发震击器、井内注酸 下套铣管串套铣			2020/1/3	3:18	2020/1/6	17:06				
				起套管			2020/1/6	17:06	2020/1/9	8:00				
				下打捞工具打捞			2020/1/9	9:41	2020/1/9	19:11				
				上提下放，尝试砸活钻具建立循环			2020/1/9	19:11	2020/1/10	2:00	2020/1/10	2:00		
DF1-1-P11H	卡钻	2020/1/18	5:45:00	下套铣钻具套铣			2020/1/18	5:45:00	2020/1/19	1:00				
				起套管			2020/1/19	1:00	2020/1/20	21:00				
				回接钻具、提排量、泵入烧碱、停泵浸泡、上下活动钻具			2020/1/20	21:00	2020/1/21	4:00				
							2020/1/21	4:00	2020/1/22	10:00	2020/1/22	10:00		

井名	井段	正常井况						备注	复杂情况类型
		井况开始日期	井况开始时间	结束日期	结束时间	详细井况类型	简单井况类型		
	井眼尺寸	年月日	时分秒	年月日	时分秒		下拉选择		
WZ12-2-B32	12.25 "	2019/10/29	8:33:00	2019/10/29	18:20:00	倒划眼起钻	湿起下	倒划眼起钻至2837m泵压突然从2900psi升至3100psi，发生漏失，泵堵漏材料未见返出，处理井漏，静止不漏失，开泵循环依然漏失，到18:20分决定起钻。	井漏
WZ11-2E-14dSa	12.25 "	2019/2/17	5:47:00	2019/2/17	21:04:00	处理卡钻	其它	05:47倒划眼起钻至1819.66m憋泵，停泵之后憋压、憋扭矩、转速开不起来，上下活动钻具激发震击器，效果不明显；缓慢开泵，逐步提高排量循环出井眼内岩屑，21:04恢复正常。	卡钻
WZ11-2E-14dSa	12.25 "	2019/2/18	19:47:00	2019/2/18	22:12:00	处理卡钻	湿起下	19:47倒划眼起钻至1546.79m憋泵憋扭矩，降低排量之后憋压、憋扭矩。缓慢开泵，逐步提高排量定点循环出井眼内岩屑，22:12恢复正常。	卡钻

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-DF1-1-P4H卡钻

数据：卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征：`mfop`、`tva`、`bpos`、`tvca`、`spr5`

1

2

3

4

5

数据：卡钻发生前半小时至开始人工操作后半小时

提取得到的特征：`mfop`、`mfia`、`tva`、`bpos`、`tvca`、`spr5`、`tqx`

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-DF1-1-P10H-第一次卡钻

数据：卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征： **actc2**、 **dbtm**、 **dbtv**、 **bpos**、 **hkla**、 **lstk**、 **spr5**

1

2

3

4

5

数据：卡钻发生前半小时至开始人工操作后半小时

提取得到的特征： **bpos**、 **hkla**、 **lstk**、 **dbtm**、 **dbtv**、 **spr2**、 **spr5**

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-DF1-1-P10H-第二次卡钻

数据：卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征： **tqx**、 **mfop**、 **dmea**、 **rpma**、 **drtm**、 **tva**、 **mtia**、 **mfoa**

1

数据：卡钻发生前半小时至开始第一次人工操作后半小时

提取得到的特征： **mtia**、 **mfia**、 **sppa**、 **dmea**、 **mfop**、 **tva**、 **tqx**

2

3

数据：卡钻发生前半小时至开始第二次人工操作后半小时

提取得到的特征： **mfia**、 **sppa**、 **dmea**、 **rpma**、 **mfoa**、 **tva**、 **tqx**

4

5

数据：卡钻发生前半小时至开始第三次人工操作后半小时

提取得到的特征： **mfop**、 **rpma**、 **sppa**、 **dmea**、 **mfia**、 **mfoa**、 **spr2**、 **tva**

数据：卡钻发生前半小时至开始第四次人工操作后半小时

提取得到的特征： **mfia**、 **tva**、 **tqx**、 **mfop**、 **sppa**、 **mfoa**、 **spr2**、 **mtia**

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-DF1-1-P11H卡钻

数据：卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征：**mfia**、**spm1**、**chkp**、**mfop**、**mcoa**、**tva**、**tqx**、**woba**

1

数据：卡钻发生前半小时至开始第一次人工操作后半小时

提取得到的特征：**tva**、**tvca**、**mtia**、**mfop**、**mfia**、**stkc**、**hkla**

2

3

数据：卡钻发生前半小时至开始第二次人工操作后半小时

提取得到的特征：**tva**、**tvca**、**tqx**、**mfia**、**mtia**、**spm2**、**mfop**

4

5

数据：卡钻发生前半小时至开始第三次人工操作后半小时

提取得到的特征：**tqx**、**tva**、**mfia**、**lstk**、**drtm**、**mdia**、**tqa**、**rpma**、**sppa**、**hkla**

数据：卡钻发生前半小时至开始第四次人工操作后半小时

提取得到的特征：**mfia**、**mfop**、**bpos**、**tva**、**ropa**、**hklx**、**mcia**、**stkc**

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-WZ11-2E-14dSa第一次卡钻

数据：卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征：`sppa`、`spm1`、`mfia`、`mdoa`、`mdia`、`gasa`

1

2

3

4

5

数据：卡钻发生前半小时至开始人工操作后半小时

提取得到的特征：`tqa`、`tqx`、`spm2`、`mdoa`、`mdia`、`mtoa`、`mtia`、`sppa`

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-WZ11-2E-14dSa第二次卡钻

数据：卡钻发生前半小时至卡钻发生后半小时

提取得到的特征：**tvca**、**bpos**、**sppa**、**tva**、**dbtv**

1

2

3

4

5

数据：卡钻发生前半小时至开始人工操作后半小时

提取得到的特征：**bpos**、**sppa**、**tva**、**tvca**、**dmea**、**dbtv**、**mtia**、**mfia**

# 1. 特征提取

## 1.2 Tsfresh特征提取 卡钻相关重要属性

属性 (中文)	属性	DF1-1-P4H	DF1-1-P10H (1)	DF1-1-P10H (2)	DF1-1-P11H	WZ11-2E-14dSa (1)	WZ11-2E-14dSa (2)	总计
计量罐	tva	2		5	5	2		14
排量	mfia	1		4	5	1	1	12
扭矩(max)	tqx	1		4	3	2	1	11
泥浆返出%	mfop	2		4	4			10
泵压	sppa			4	1	2	2	9
大勾高度	bpos	2	2		1	2		7
泥浆入口温度	mtia			3	2	1	1	7
dmea	dmea			4		2		6
计量罐体积变化	tvca	2			2	2		6
大勾载荷	hkla		2		2			4
扭矩	tqa				1	2	1	4
转盘转速	rpma			3	1			4
泥浆返出	mfoa				4			4
卡钻情况	spr5	spr5	2	2				4
泥浆入口比重	mdia				1		2	3
lstk	lstk		2		1			3
系统计	spr2	spr2	1	2				3
dbtm	dbtm		2					2
dbtv	dbtv		2					2
泵冲1#	spm1				1		1	2
泵冲2#	spm2				1		1	2
泥浆出口比重	mdoa					2		2
泵冲	stkc				2			2
返出深度	drtm			1	1			2
actc2	actc2		1					1
机械钻速	ropa				1			1
大勾载荷 (max)	hktx				1			1
钻压	woba				1			1
套管压力	chkp				1			1
泥浆出口温度	mtoa					1		1
泥浆出口电导率	mcoa				1			1
泥浆入口电导率	mcia				1			1
gasa	gasa						1	1

## 1. 特征提取

### 1.2 Tsfresh特征提取-WZ12-2-B32井漏

数据：井漏发生前半小时至发生后半小时

提取得到的特征： tvca计量罐体积变化、 tva计量罐、 mfia排量、  
spm2泵冲2#、 sppa泵压

1

2

3

4

5

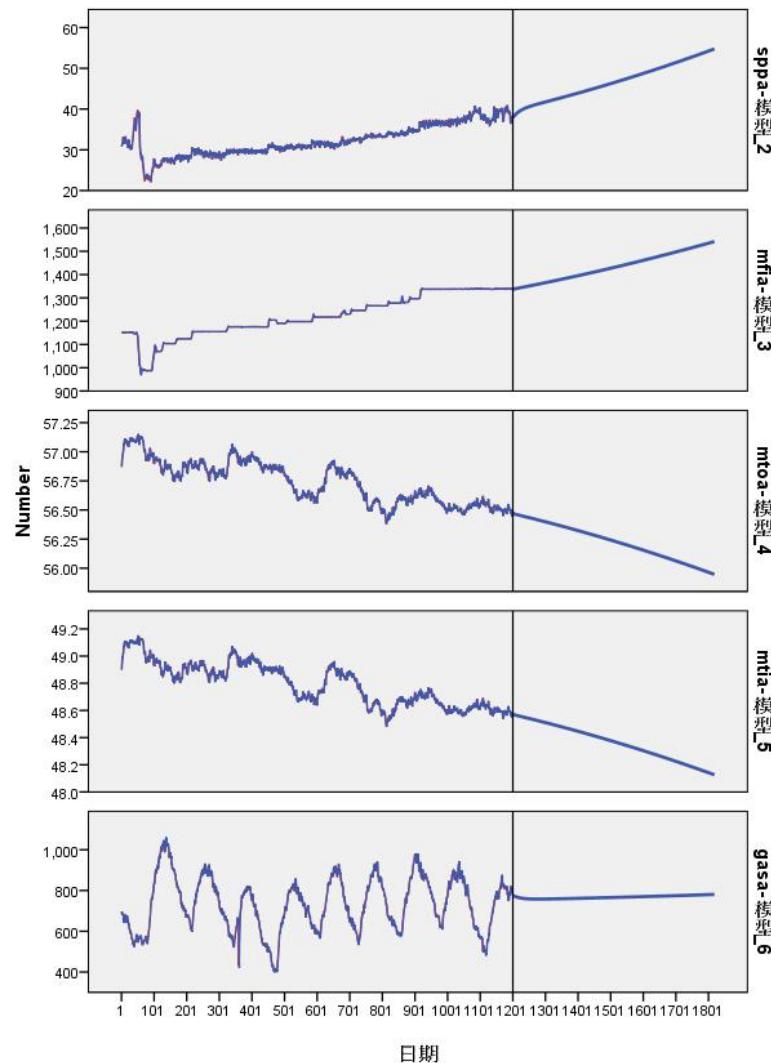
## 2. 长时序数据预测



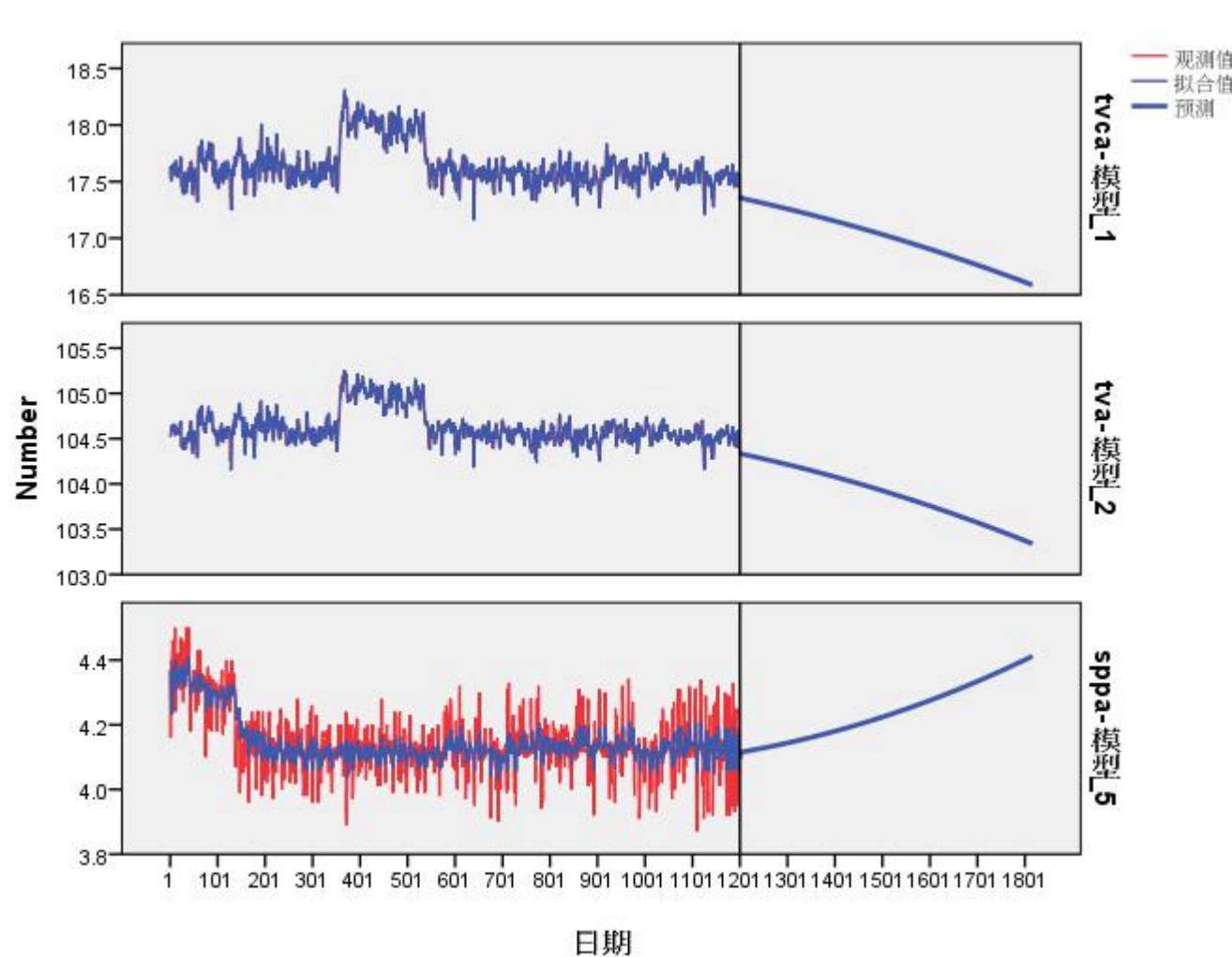
## 2. 长时序数据预测

ARIMA预测模型

WZ11-2E-14dSa第一次卡钻

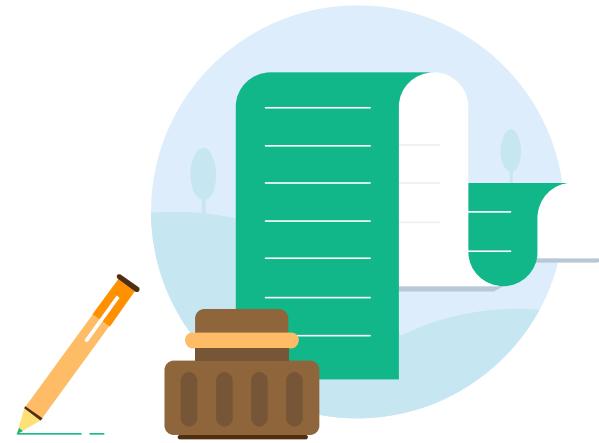


WZ12-2-B32井漏



## 下一步计划

1. 油田钻井大数据分析与预测特征提取
2. 利用关键因子进行事故预警方法研究



谢 谢 !

---

T H A N K      Y O U F O R W A T C H I N G



中国科学院空间应用工程与技术中心

Technology and Engineering Center for Space Utilization, Chinese Academy of Sciences

---

# 智慧钻井项目例会

---

熊绍潘

2020年4月14日

# C 目录

CONTENTS

1

事故与监控参数 相关性分析

2

事故与监控参数专家知识整理

# 1

## 事故与监控参数 相关性分析

# 事故与监控参数 相关性分析

## • Correlating Events with Time Series for Incident Diagnosis 简介

### • 主要解决的问题

➤ 相关性：事件和时间序列值的变化



存在相关关系

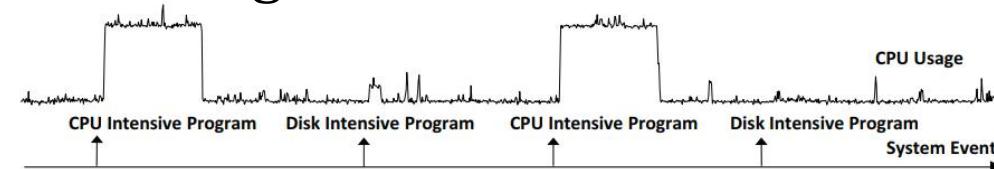


Figure 1: The relationships between CPU usage and two system tasks (*disk intensive task* and *CPU intensive task*)

➤ 时间先后顺序：时间序列值的变化



是发生在事件前还是后

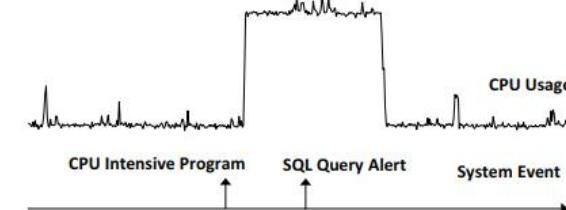


Figure 3: Example of temporal order, *CPU intensive program* → *CPU usage* and *CPU usage* → *query alert*

➤ 单调关系：与事件发生相关的时间



序列的值的变化是增加还是减小

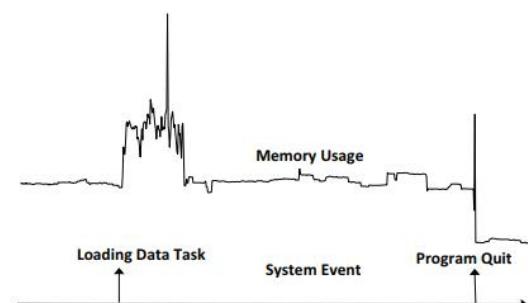


Figure 4: Effect examples: *loading data task* ↑ → *memory* and *program exiting* ↓ → *memory*

# 事故与监控参数 相关性分析

- Correlating Events with Time Series for Incident Diagnosis 简介

<https://github.com/jixinpu/aiopstools>

## 功能模块

目前我们提供的功能如下：

时间序列异常检测

报警收敛

时间序列预测

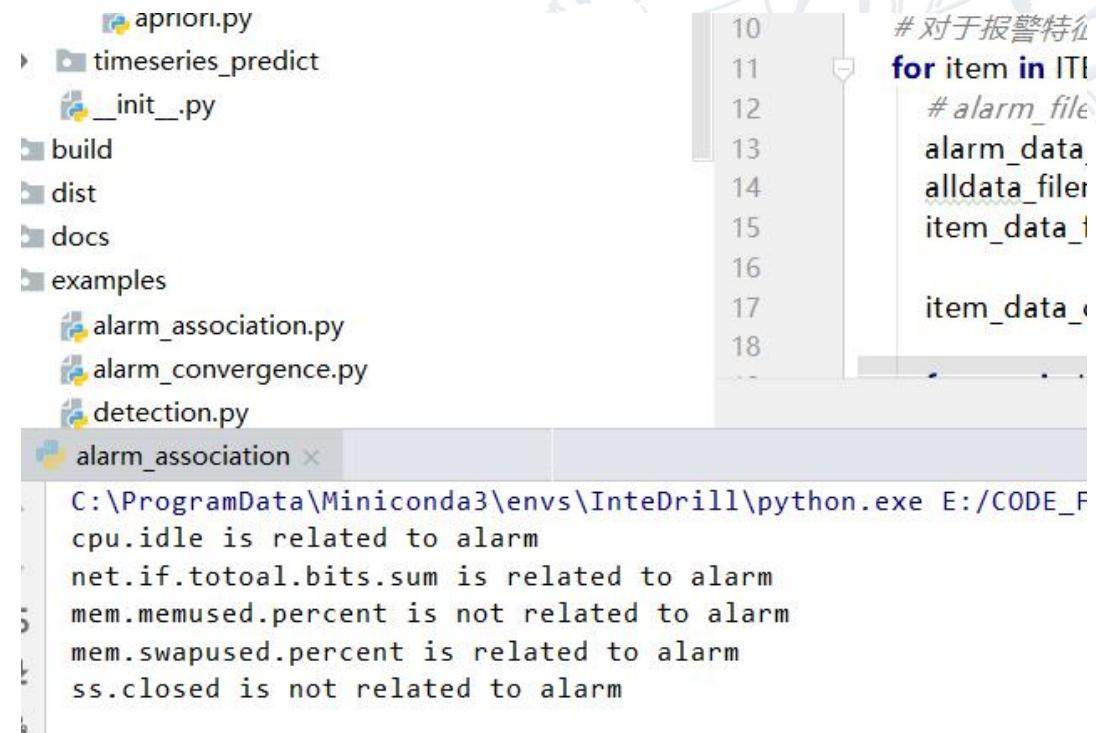
报警关联分析

## 版本更新

2018.12.01 时间序列预测、异常检测、报警收敛；

2019.2.15 微软论文报警关联分析；

...



```
# 对于报警特征
for item in ITI:
    # alarm_file
    alarm_data = alldata_file[item]
    item_data_1 = item_data(item)
```

apriori.py

timeseries\_predict

\_init\_.py

build

dist

docs

examples

alarm\_association.py

alarm\_convergence.py

detection.py

alarm\_association

C:\ProgramData\Miniconda3\envs\InteDrill\python.exe E:/CODE\_F

cpu.idle is related to alarm

net.if.tototal.bits.sum is related to alarm

mem.memused.percent is not related to alarm

mem.swapused.percent is related to alarm

ss.closed is not related to alarm

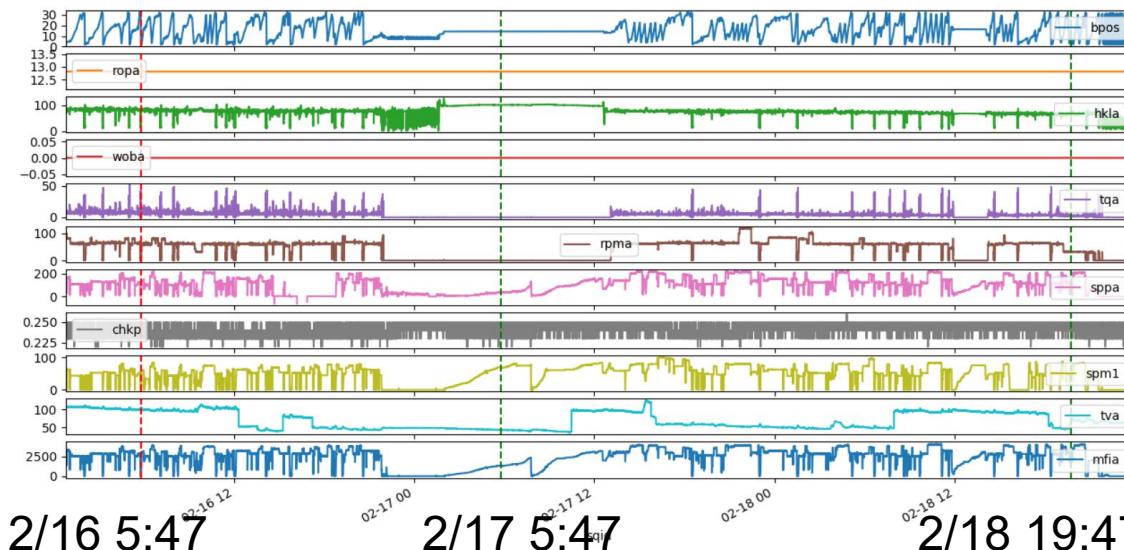
时间序列数据与事件相关性计算  
结果示例

# 事故与监控参数 相关性分析

## ➤ WZ11-2E-14dSa数据标注问题

WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/14 0:00:00	2019/2/14 23:00:00	钻进	钻进	正常钻进至中完	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/14 23:00:00	2019/2/15 1:10:00	划眼循环	循环	开泵 通过	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/15 1:10:00	2019/2/15 8:05:00	倒划眼起钻	湿起下	通过	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/15 8:05:00	2019/2/15 11:28:00	划眼循环	循环	通过	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/15 11:28:00	2019/2/15 18:55:00	倒划眼起钻	湿起下	通过	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/15 18:55:00	2019/2/15 21:08:00	划眼循环	循环	无				
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/15 21:08:00	2019/2/17 5:47:00	倒划眼起钻	湿起下	频繁起钻, 遇阻上提下放通过 泵, 停泵之后憋压、憋扭矩、	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/17 5:47:00	2019/2/17 21:04:00	处理卡钻	其它	卡钻 2019/2/16 5:47:00 具激发震击器, 效	2019/2/16 5:47:00	2019/2/16 21:04:00		
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/17 21:04:00	2019/2/18 0:32:00	循环	循环	无				
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/18 0:32:00	2019/2/18 19:47:00	倒划眼起钻	湿起下	频繁起钻, 遇阻上提下放通过	无			
WZ11-2E-14dS: 12.25"	2019/2/18 19:47:00	2019/2/18 22:12:00	处理卡钻	湿起下	泵憋扭矩, 降低排量之后憋压	卡钻 2019/2/18 19:47:00 泵, 逐步提高排量	2019/2/18 19:47:00	2019/2/18 22:12:00	

标注时间不一致，  
导致这一事故标注  
无法使用

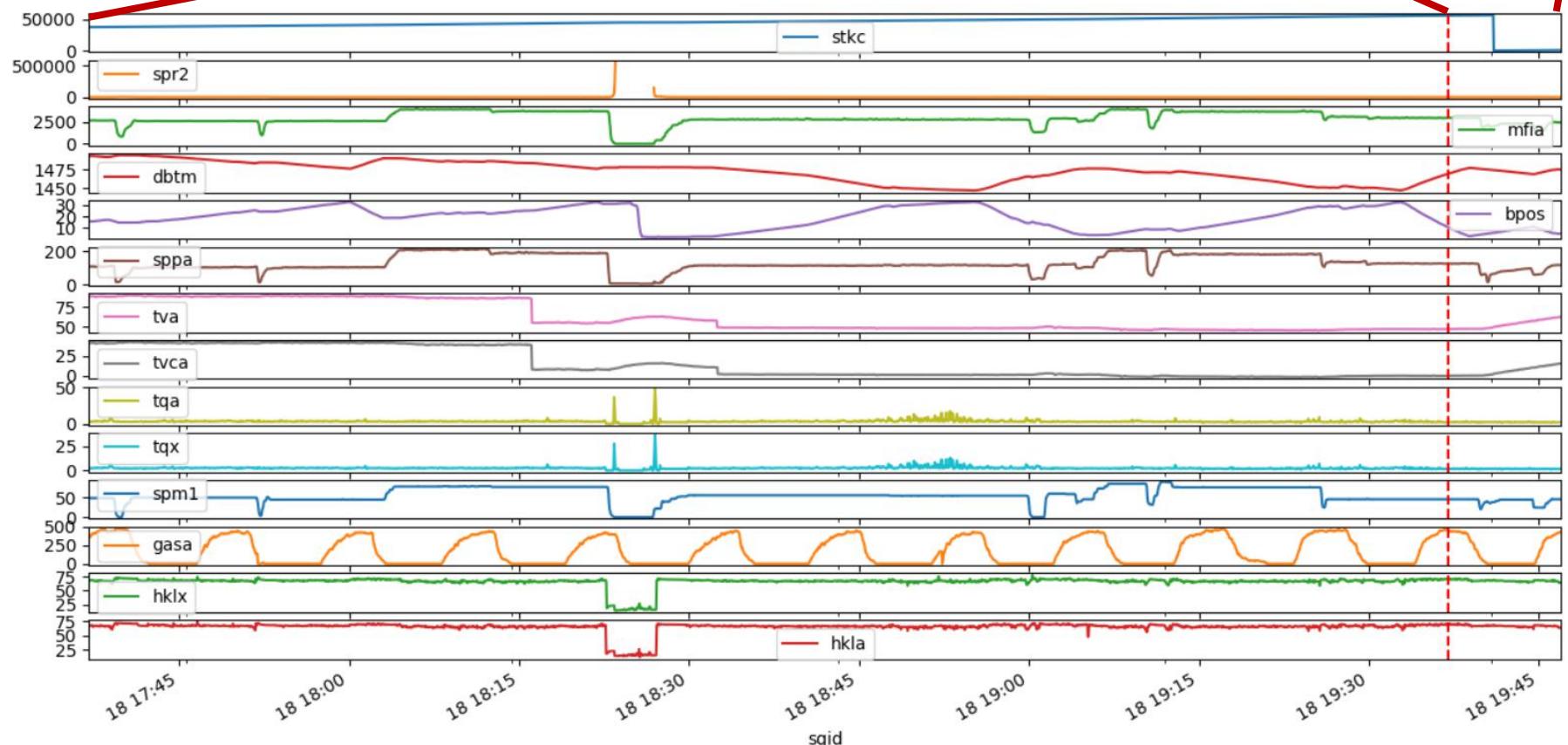


# 事故与监控参数 相关性分析

➤ WZ11-2E-14dSa 卡钻事故与监控参数

相关性计算结果一共14个相关参数

事故发生时刻: 2/18 19:47  
事故前130分钟: 2/18 17:37

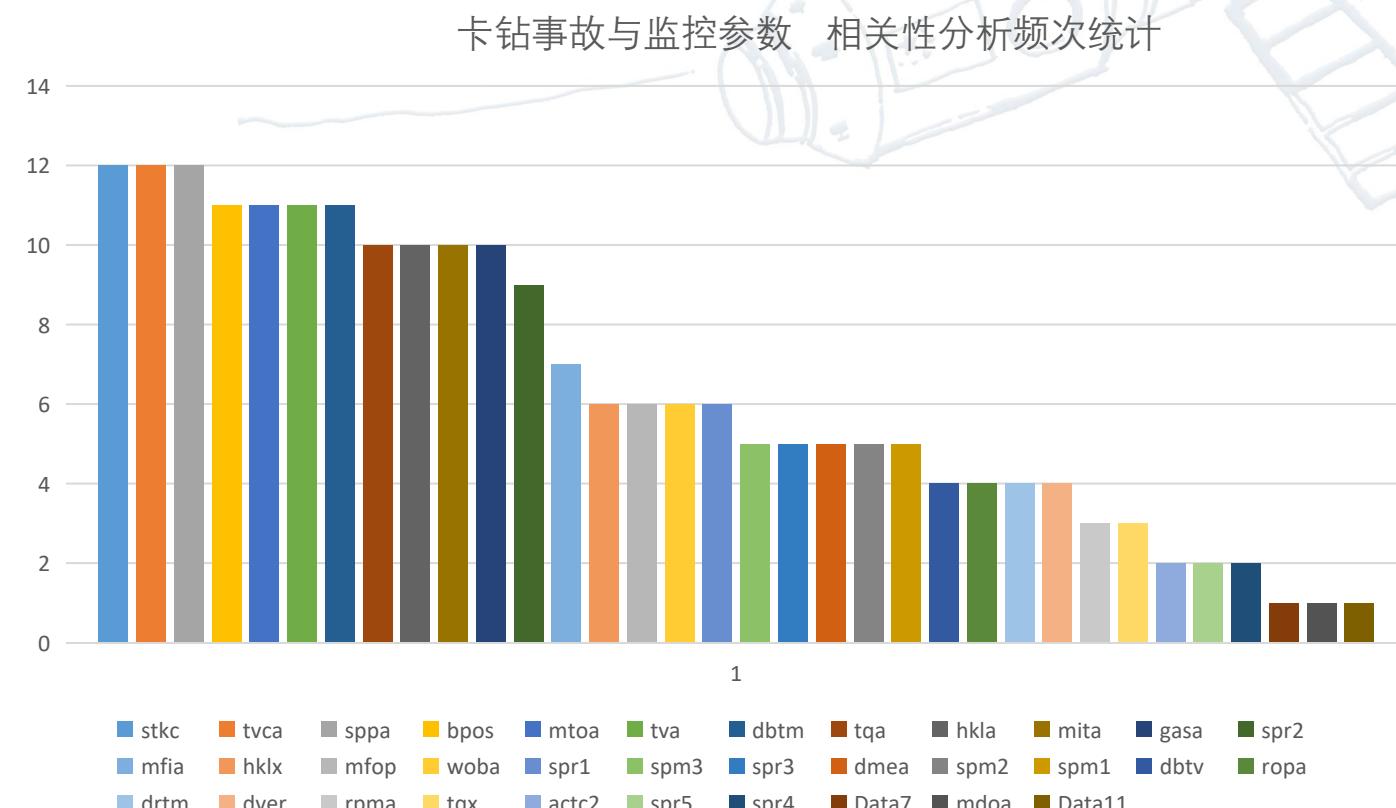


name	意义	分数
stkc	泵冲	47.7
spr2		38.6
mfia	排量	38.3
dbtm		30.8
bpos	大勾高度	29.8
sppa	泵压	29.2
tva	计量罐	24.9
tvca	计量罐体积变化	24.4
tqa	扭矩	15.2
tqx	扭矩(max)	12.2
spm1	泵冲1#	3.7
gasa		3.3
hklx	大勾载荷 (max)	2.7
hkla	大勾载荷	2.4

# 事故与监控参数 相关性分析

## ➤ 全部12个卡钻事故 相关性分析结果统计

参数集	频次
sklc、tvca、sppa	12
bpos、mtoa、tva、dbtm	11
tqa、hkla、mita、gasa	10
spr2	9
mfia	7
hklx、mfop、woba、spr1	6
spm3、spr3、dmea、spm2、spm1	5
dbtv、ropa、drtm、dver	4
rpma、tqx	3
actc2、spr5、spr	2
Data7、mdoa、Data1	1



# 事故与监控参数 相关性分析

## • 主要任务：

- 开展各类事故前、后各监测参数变化特性分析，确定各类事故预测相关参数
- 研究设计特征优选等关键特征提取算法，剔除冗余信息，构建事故预测关键特征因子，强化对各类事故的表征能力

## • 主要思路：

- 把标注的数据和参数按时间可视化到一起，通过人工归纳来总结每类事故的相关参数
- 将事故标注与监控参数做关联分析，尝试用相关性分析算法来选择
- 由专家知识给出事故发生时的相关参数征兆，获得与事故具有强关联关系的参数



卡钻原因			作业过程中卡钻可能性					地层卡钻可能性			征兆							
			下钻	起钻	钻进	接单根	正划眼	倒划眼	循环	页岩	盐岩	砂岩	灰岩	摩阻	扭矩	钻速	立管压力	返出物
压差卡钻						很可能			可能			很可能	可能	增大	增大			
井眼堵塞 / 桥堵卡钻	砂桥卡钻 / 坍塌及沉砂卡钻	井眼不干净	可能	很可能	可能	很可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	增大	增大	降低	升高	减少
	胶结差地层		可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能			可能	可能	增大	增大	增加	升高	
	裂缝性 / 断层性地层		可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	突增	突增	剧增		
	缩径卡钻	泥塑性 / 水敏地层	可能	很可能	可能	很可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	增大	增大	降低	升高	
井眼几何尺寸卡钻	水泥卡钻		可能											剧增	剧增			
	键槽			可能				可能										
	欠尺寸井眼		很可能				可能				很可能	可能	可能	突增				
	井眼不规则		很可能	可能		可能	很可能	很可能	可能	很可能	很可能	很可能	很可能					
	落物卡钻		可能	可能	可能	可能	可能	可能						突增	突增	突降	金属 - 水泥	
	套管变形		可能	可能			可能		可能	可能	可能	可能	可能	突然增大				

• 713 •

《海洋石油钻井监督手册》给出了卡钻事故相关的监控参数与数值可能发生的变化  
公司那边能不能提供这个手册，作为专家经验

卡钻的征兆

# 2

## 事故与监控参数 专家知识分析

# 事故与监控参数 专家知识分析

## ➤ 给出的《字段》参数代码与含义解释不清楚

- 总共有63个参数代码，只给出了27个大致的中文名称，没有参数的含义与解释，造成**很难结合专家知识分析与事故相关的参数**

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
actc2	dbtm	dbtv	dmea	dver	大勾高度 bpos	机械钻速 rop	大勾载荷 hkla	大勾载荷 (max) hkly	钻压 woba	钻压(max) wobx	扭矩 tqa
actc2	dbtm	dbtv	dmea	dver							
0	10	0	110	110	2.7	0	36.8		0		-0
0	10	0	110	110	2.7	0	37.5		0		
0	10	0	110	110	2.7	0	36.7		0		

### 《字段》示例

1、数据字段中英文对照

数据表中的原始英文参数名称需提供与之对应的中文描述

表1·综合录井数据参数中英文对照表

参数英文名 <sup>④</sup>	参数中文名 <sup>④</sup>
如 ropas <sup>④</sup>	机械钻速 <sup>④</sup>
..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>

《石油钻井综合录井数据集标注规范V1.0》  
相关标注要求

5、专家先验知识参考

1) 根据专家经验和知识，数据的指标项之间若存在已知关系，需标注出：

表5. 数据指标项关联关系

指标项 <sup>④</sup>	关系 <sup>④</sup>	置信层度 (1, 2, 3 递减) <sup>④</sup>
如扭矩与瞬间钻速 <sup>④</sup>	反比 <sup>④</sup>	1 <sup>④</sup>
..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>
..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>

2) 标注数据中各指标项的一个正常范围，以及超过正常范围后可能引发的事故

表6. 数据指标项范围说明

指标项 <sup>④</sup>	正常范围 <sup>④</sup>	超出范围量及可能引发的事故说明 <sup>④</sup>
如硫化氢 <sup>④</sup>	大于多少或小于多少 <sup>④</sup>	超出多少量或正常范围多大比例可能引发的事故类型 <sup>④</sup>
..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>	..... <sup>④</sup>

3) 施工过程中事故或非事故期间人工操作关键点的标注

表7. 人工操作标注

时间点或范围 (年/月/日 时:分:秒) <sup>④</sup>	操作 <sup>④</sup>	受影响指标 <sup>④</sup>

# 事故与监控参数 专家知识分析

## ➤ 卡钻事故发生征兆

- 参照《海洋石油钻井监督手册》确定卡钻的参数组合为：  
摩阻、扭矩、钻速、立管压力、返出物
- 与给出的参数名模糊匹配：

专业知识参数	与监控参数的 模糊匹配
摩阻	
扭矩	扭矩 (tqa) 、扭矩max (tqx)
钻速	转盘转速 (rpma) 、机械钻速 (ropa)
立管压力	套管压力 (chkp) 、钻压 (woba) 、钻压max (wobx) 、泵压 (sppa)
返出物	计量罐 (tva) 、计量罐体积变化 (tvca) 、泥浆返出% (mfop) 、泥浆返出 (mfoa) 、排量 (mfia) 、泥浆出口比重 (mdoa)

表 17-1-2 卡钻辅助分析表

卡钻原因			作业过程中卡钻可能性						地层卡钻可能性			征兆						
			下钻	起钻	钻进	接单根	正划眼	倒划眼	循环	页岩	盐岩	砂岩	灰岩	摩阻	扭矩	钻速	立管压力	返出物
压差卡钻						很可能			可能			可能	可能	增大	增大			
井眼堵塞 / 桥堵卡钻	砂桥卡钻 / 坍塌及沉砂卡钻	井眼不干净	可能	很可能	可能	很可能		很可能	可能	可能	可能	可能	可能	增大	增大	降低	升高	
	胶结差地层	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能		可能		可能	增大	增大	增加	升高	
	裂缝性 / 断层性地层	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	突增	突增	剧增		
	缩径卡钻	流塑性 / 水敏地层	可能	很可能	可能	很可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	增大	增大	降低	升高	
	水泥卡钻	可能													剧增	剧增		
	键槽	可能	可能				可能											
井眼几何尺寸卡钻	欠尺寸井眼	很可能				可能					很可能	可能	可能	突增				
	井眼不规则	很可能	可能		很可能	很可能	很可能	很可能	很可能	很可能	很可能	很可能	很可能					
	落物卡钻	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能	可能					突增	突增	突降	金属 - 水泥	
	套管变形	可能	可能				可能		可能	可能	可能	可能	可能	突然增大				

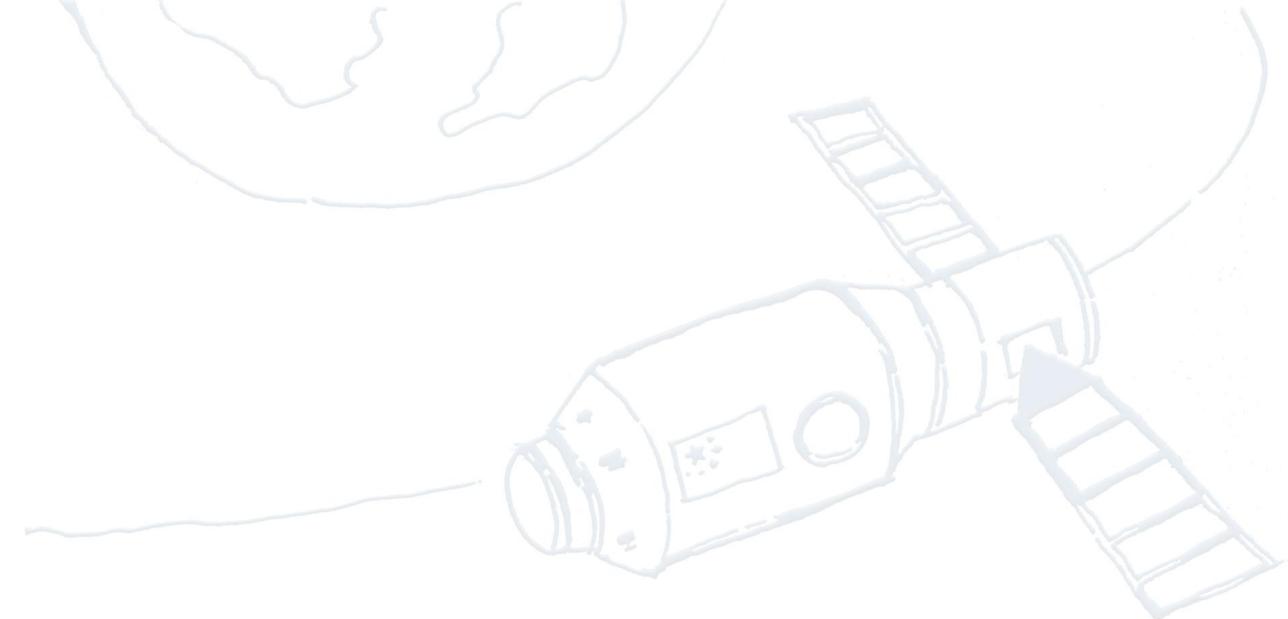
卡钻的征兆

# 事故与监控参数 专家知识分析

## ➤ 井涌事故发生征兆

- 钻井液返出流量增加
- 钻井液池中，钻井液量增加
- 停泵后，井内钻井液外溢
- 与给出的参数名模糊匹配：

专家知识参数	与监控参数的 模糊匹配
钻井液返出流量	排量 (mfia) 、泥浆返出% (mfop) 、泥浆返出 (mfoa) 、 泥浆出口比重 (mdoa)
钻井液量	计量罐 (tva) 、计量罐体积变化 (tvca)



## ➤ 井漏事故发生征兆

- 泥浆池液面下降、钻井液出口流量减小
- 井口立管压力下降、泵压下降
- 瞬时钻速跳变，甚至有放空现象
- 井架悬垂异常增大
- 钻时明显相对减小
- 钻井液温度降低
- 钻井液密度增大

专业知识参数	与监控参数的 模糊匹配
泥浆池液面	...
钻井液出口流量	...
井口立管压力	套管压力 (chkp)
泵压	泵压 (sppa)
钻速	机械钻速 (ropa)
井架悬垂	大勾载荷 (hkla) 、 大勾载荷max (hkIx)
钻井液温度	泥浆出口温度 (mtoa) 、 泥浆入口温度 (mtia)
钻井液密度	...

# 事故与监控参数 专家知识分析

## ➤ 卡钻事故发生征兆 与 工况

	hkla \ hklx	sspa	mdoa \ mfoa \ mfop	tqa	ropa
本项目中相似参数	大勾载荷	泵压	泥浆出口比重	扭矩	机械钻速
专家知识参数	悬重	泵压	返出流量比	扭矩	转速
起钻/上提	大幅上升后高位运行				
下钻/下放	大幅下降后低位运行				
循环	上升后高位运行\大幅下降后低位运行	上升后高位运行	下降后低位运行		
钻进		大幅波动	大幅波动	大幅波动	
划眼	大幅下降\上升	大幅波动\上升	大幅波动	大幅波动\上升	平稳\下降

参数集	频次
sklc、tvca、sppa	12
bpos、mtoa、tva、dbtm	11
tqa、hkla、mita、gasa	10
spr2	9
mfia	7
hklx、mfop、woba、spr1	6
spm3、spr3、dmea、spm2、spm1	5
dbtv、ropa、drtm、dver	4
rpma、tqx	3
actc2、spr5、spr	2
Data7、mdoa、Data1	1

全部12个卡钻事故 相关性分析结果统计

# 事故与监控参数 专家知识分析

## ➤ 井涌事故发生征兆 与 工况

	mdoa \ mfoa \ mfop		mfia \ mdoa \ mfoa \ mfop	tva \ tvca	mdia	spm	ropa	woba
本项目中相似参数	泥浆出口比重		排量	计量罐	泥浆入口比重	泵冲	机械钻速	钻压
专家知识参数	返出流量比	钻井液池总体积	返出流量	计量罐体积	入口流量	泵冲	机械钻速	钻压
静止	大于零	上升	大于零	上升				
空井	大于零		大于零					
钻进	上升	上升	上升	上升	平稳\下降	平稳	上升	下降
循环	上升	上升	上升	上升	下降\平稳	平稳\下降		
划眼	上升	上升	上升	上升	平稳\下降	平稳\下降		
钻进							大幅上升	下降

# 事故与监控参数 专家知识分析

## ➤ 井漏事故发生征兆 与 工况

	mdia	spm	mdoa \ mfoa \ mfop		sspa	tva \ tvca	ropa	woba
本项目中相似参数	泥浆入口比重		泥浆出口比重		泵压	计量罐	机械钻速	钻压
专家知识参数	入口流量	泵冲	返出流量比	钻井液池总体积	泵压	计量罐体积	机械钻速	钻压
钻进	趋于恒值（常态）/大幅上升	趋于恒值（常态）/大幅上升	下降/大幅下降	下降/大幅下降	下降	下降	上升	下降
划眼	趋于恒值（常态）/大幅上升	趋于恒值（常态）/大幅上升	下降/大幅下降	下降/大幅下降	下降	下降		
循环	趋于恒值（常态）/大幅上升	趋于恒值（常态）/大幅上升	下降/大幅下降	下降/大幅下降	下降	下降		

# 下一步工作计划

## 钻井项目

- 结合与事故相关的监控参数集，开展利用HTM算法进行钻井系统事故

### 预测实验

- 开展多参数复杂系统HTM事故预测实验

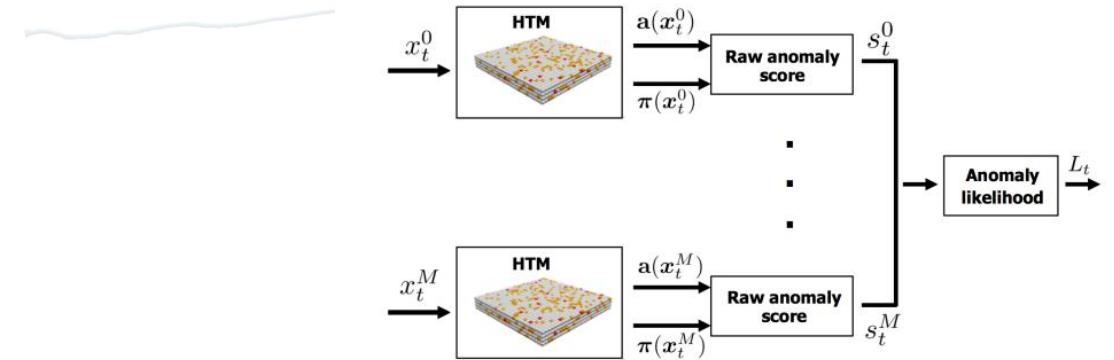
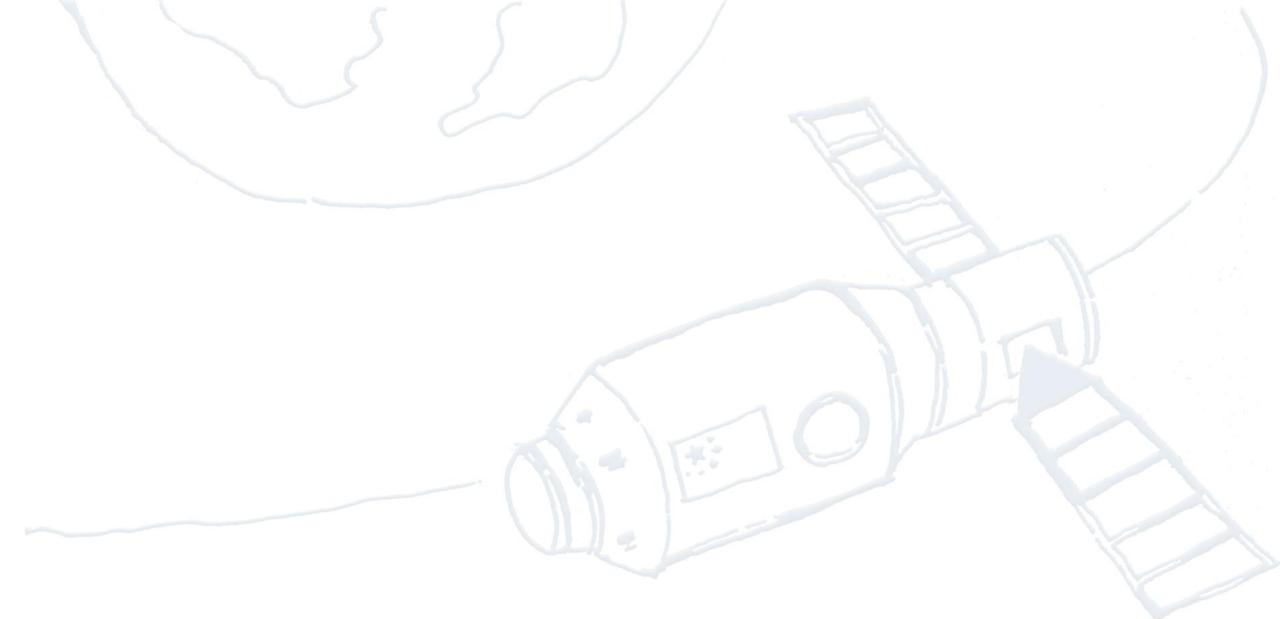


Figure 5. Functional diagram illustrating a complex system with multiple independent models.

$$P(s_t^0, \dots, s_t^{M-1}) = \prod_{i=0}^{i=M-1} P(s_t^i) \quad (8)$$

HTM复杂系统检测模型<sup>[1]</sup>

[1] Ahmad S, Purdy S. Real-time anomaly detection for streaming analytics[J]. arXiv preprint arXiv:1607.02480, 2016.



# 谢谢！



# 工作总结汇报

赵子飞

2020年4月15日



中国科学院空间应用工程与技术中心  
Technology And Engineering Center For Space Utilization  
Chinese Academy of Sciences



# 1. 钻井事故预警

## 5 HTM测试数据

开始时间 2020/01/17 00:00

标注事故 2020/01/18 05:45

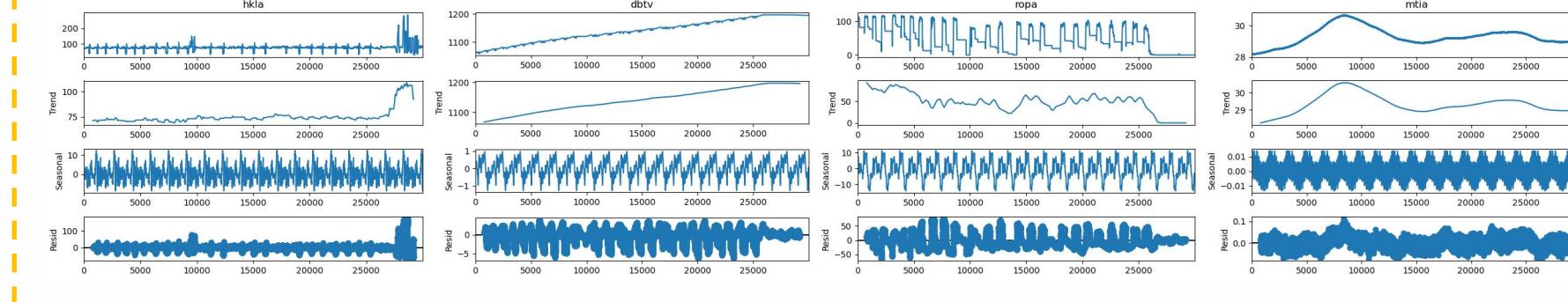
标注结束 2020/01/22 10:00

已异常 2020/1/18 02:00

DF1-1-P11H

2020/1/17 0:26

2020/1/18 2:52



$$anomalyScore = \frac{|A_t - (P_{t-1} \cap A_t)|}{|A_t|}$$

$P_{t-1}$  = Predicted columns at time t

$A_t$  = Active columns at time t



中国科学院空间应用工程与技术中心

Technology And Engineering Center For Space Utilization  
Chinese Academy of Sciences



# 1. 钻井事故预警

开始时间 2020/01/17 00:00

标注事故 2020/01/18 05:45

## 5 HTM 测试数据

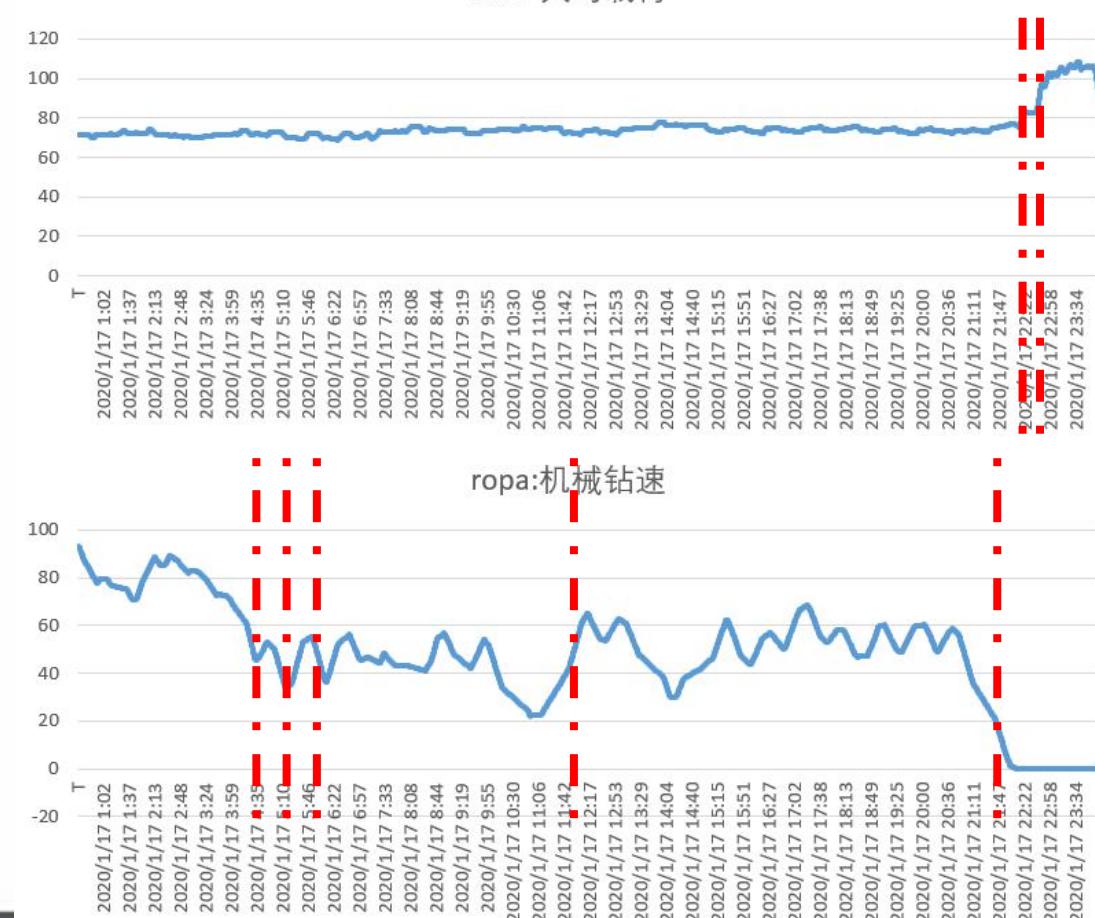
- 征兆早于事故

```
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 00:26:31]. Anomaly score: 1.000000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 00:26:34]. Anomaly score: 1.000000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 00:26:37]. Anomaly score: 1.000000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 22:20:51]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 22:22:27]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 22:22:33]. Anomaly score: 1.000000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 22:41:12]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 22:41:18]. Anomaly score: 0.975000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 23:13:09]. Anomaly score: 0.975000.
```

```
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 04:25:37]. Anomaly score: 1.000000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 04:25:43]. Anomaly score: 0.975000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:08:34]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:08:40]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:08:46]. Anomaly score: 0.975000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:08:52]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:08:58]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:37:40]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:37:46]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:37:52]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:38:10]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:38:16]. Anomaly score: 0.925000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:38:28]. Anomaly score: 0.975000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:38:34]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 05:39:16]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 12:07:52]. Anomaly score: 0.975000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 21:52:01]. Anomaly score: 0.950000.  
INFO: __main__:Anomaly detected at [2020-01-17 21:52:06]. Anomaly score: 0.950000.
```

已异常 2020/1/18 02:00

标注结束 2020/1/22 10:00





# 1. 钻井事故预警

## 6 实验结论

1. STL 时序分解算法将数据分解为趋势、周期和残差分量可**有效剔除虚警**
2. 参数变化主要有**五种**典型类型——**事故征兆、辅助参考**

```
#异常增加
attrs_1 = ['actc2', 'hkla': '大勾载荷', 'woba': '钻压', 'sppa': '泵压', 'spm1': '泵冲1', 'spm2': '泵冲2', 'mfop': '泥浆返出%', 'mfia': '排量', 'gasa']
#逐步增加
attrs_2 = ['dbtm', 'dbtv', 'dmea', 'dver', 'tvca': '计量罐体积变化', 'drtm': '返出深度', 'spr1', 'spr2', 'spr3']
#异常减小
attrs_3 = ['bpos': '大勾高度', 'ropo': '机械钻速', 'tqa': '扭矩', 'rpma': '转盘转速', 'tva': '计量罐', 'mdoa': '泥浆出口比重']
#提前波动
attrs_4 = ['mtoa': '泥浆出口温度', 'mtia': '泥浆入口温度', 'stkc': '泵冲', 'Data1']
#无变化
attrs_5 = ['chkp': '套管压力', 'spm3': '泵冲3', 'mfoa': '泥浆返出', 'mdia': '泥浆入口比重', 'spr4', 'Data2', 'Data6', 'Data7', 'Data8', 'actc']
```

**脏数据引入了费时费力的人工操作：**

- ① 当前标注仅给出了**粗略的事故区间**，需要**人工二次细化**事故对应的时间段



中国科学院空间应用工程与技术中心

Technology And Engineering Center For Space Utilization  
Chinese Academy of Sciences



# 下一步计划

1. 异常预警：对比分析事故征兆因子的典型特征



中国科学院空间应用工程与技术中心

Technology And Engineering Center For Space Utilization  
Chinese Academy of Sciences



谢谢！



中国科学院空间应用工程与技术中心

Technology And Engineering Center For Space Utilization  
Chinese Academy of Sciences