

# 特斯拉销量预测

——ARMAX模型的应用

Presented By : 张川 林雅文 郭涵青

张川 16307110288

林雅文 16307090185

郭涵青 16302010063



# Presentation Agenda

- 1 研究背景与思路
- 2 数据介绍
- 3 建模与分析
- 4 总结与展望



# 研究背景



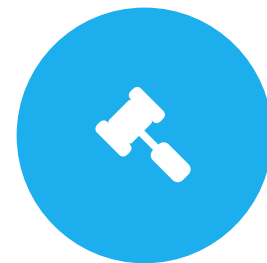
关于特斯拉

# 研究背景



**2013**

特斯拉由马丁·艾伯哈德和马克·塔彭宁共同创立，总部位于美国加利福尼亚州硅谷的帕罗奥多。



**2012-2015**

2012年，特斯拉发布了第一款纯电动豪华轿跑车Model S。  
2015年9月，特斯拉发布Model X，豪华纯电动SUV。



**2016**

特斯拉公开Model 3，并于2017年末发布。特斯拉总收入超出70亿美元。

# 研究背景



**2013**

一辆特斯拉Model S在美国华盛顿州肯特的公路上碰撞金属物体后起火。



**2014**

2014年2月，Model S电动汽车因技术故障而导致充电困难，遭许多车主抱怨。



**2017**

2017年4月20日，因电动车手刹问题，特斯拉宣布召回五万多辆电动车，主要是Model X和Model S两种型号。

# 大数据挖掘能告诉你答案：

安全问题等负面新闻是否会熄灭热情？



新能源汽车的热度是否会随时间衰减？

特斯拉将何去何从.....

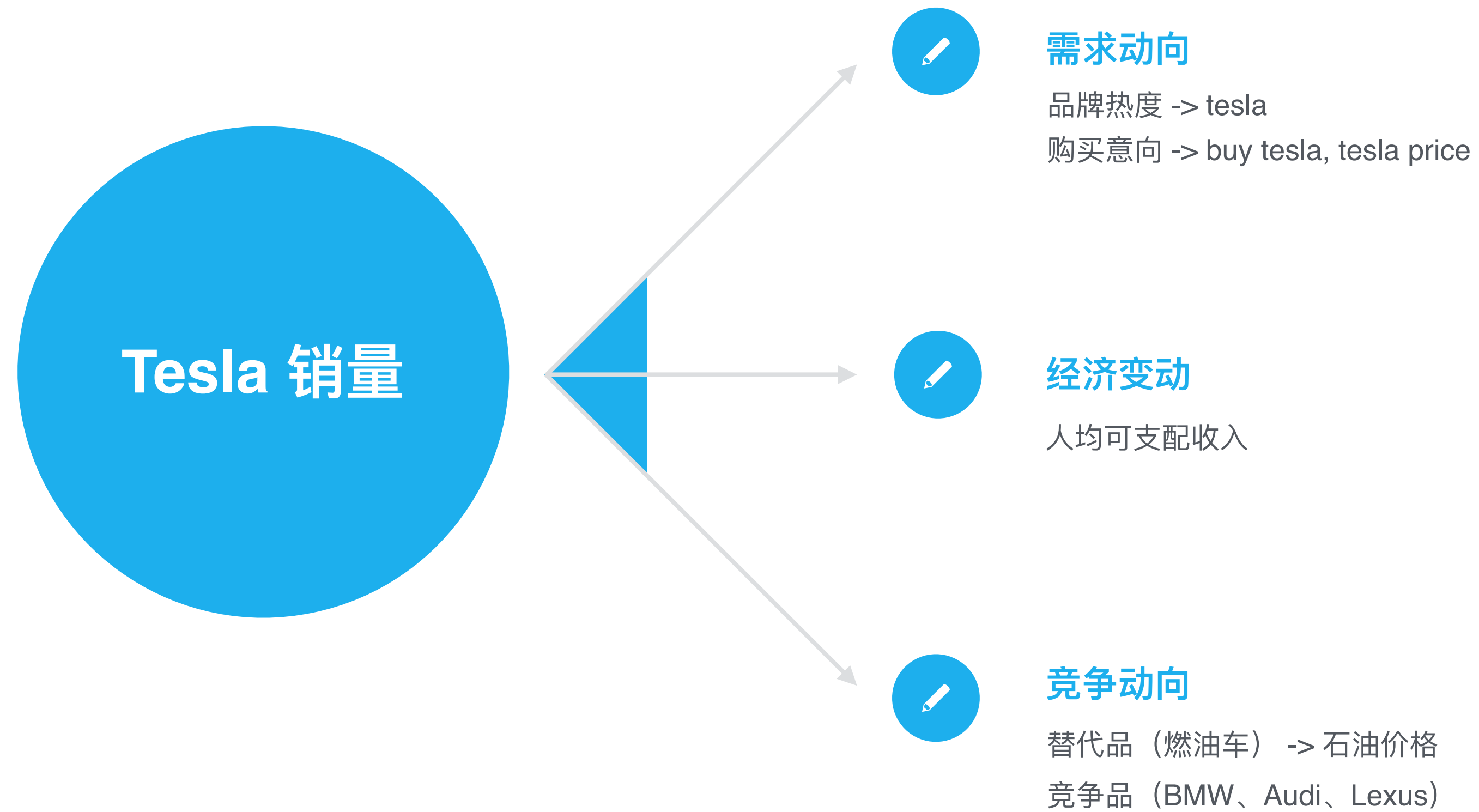




# 研究思路

- ✓ 考察特斯拉2015.1-2019.4在美国地区的每月销售量
- ✓ 时间序列模型 -> 加入传统数据 -> 加入 Google Trends数据
- ✓ Google Trends数据将需求动向等不可量化的数据量化

# 变量选取



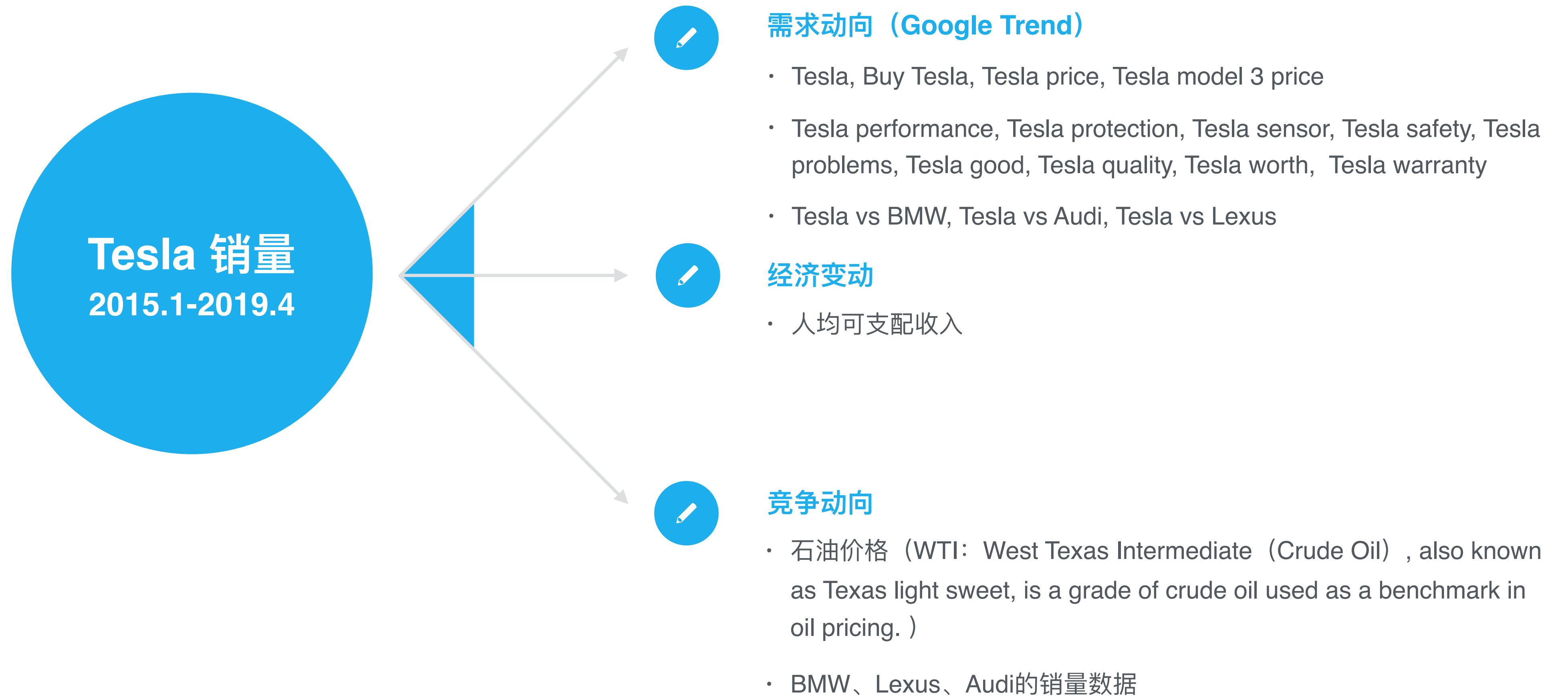




# 数据介绍

- ✓ 数据收集
- ✓ 数据处理

# 数据收集



# 数据收集

	Price (without Extra Features)	Price After Estimated Savings	0-60 mph	Fuel Economy (City/Highway MPG or MPGe)	Passenger Space (cu. ft.)	Trunk+Frunk Space (cu. ft.)
Tesla Model 3 Standard	\$35,000	\$26,950	5.6	Insane	97	15
Tesla Model 3 Standard Plus	\$37,000	\$28,950	5.3	Insane	97	15
Tesla Model 3 Mid Range	\$40,000	\$31,950	5.2	128 / 117	97	15
Tesla Model 3 Long Range RWD	\$43,000	\$34,950	5	136 / 123	97	15
Tesla Model 3 Long Range AWD	\$47,000	\$38,950	4.5	120 / 112	97	15
Tesla Model 3 Performance	\$58,000	\$49,950	3.2	120 / 112	97	15
Acura ILX Premium	\$27,650	\$27,650	6.6	24 / 34	89	12
Acura ILX Tech	\$29,550	\$29,550	6.6	24 / 34	89	12
Acura TLX Tech	\$36,700	\$36,700	6.9	23 / 33	93	14
Acura TLX A-Spec	\$39,400	\$39,400	6.9	23 / 33	93	14
Audi A3	\$32,500	\$31,000	6.6	24 / 31	86	12
Audi A4	\$37,400	\$35,000	7.1	24 / 34	92	13
Audi A5 Sportback	\$44,200	\$44,200	5.7	22 / 32	84	12
BMW 230i Coupe	\$35,300	\$35,300	5.3	24 / 35	89	10
BMW M240i Coupe	\$45,800	\$45,800	4.4	21 / 30	89	10
BMW 320i	\$40,250	\$40,250	7.1	24 / 35	96	13
BMW 340i	\$47,900	\$47,900	4.8	19 / 29	96	13
BMW 430i	\$44,800	\$44,800	5.5	24 / 34	90	11
BMW 440i	\$51,200	\$51,200	4.8	21 / 32	90	11
Honda Accord Hybrid	\$25,320	\$25,320	7	48 / 48	106	17
Jaguar XE	\$35,725	\$35,725	6	21 / 30	91	10
Lexus ES	\$39,600	\$39,600	7.1	22 / 33	100	13
Lexus ES Hybrid	\$41,410	\$41,410	8.1	43 / 45	97	14
Lexus IS	\$38,410	\$38,410	6.9	19 / 26	90	11
Lexus GS	\$46,710	\$46,710	7	22 / 32	99	14
Mercedes C300	\$41,400	\$41,400	5.7	24 / 33	90	13
Toyota Camry XLE	\$34,700	\$34,700	7.9	22 / 32	100	14



## 需求动向（Google Trend）

- Tesla, Buy Tesla, Tesla price, Tesla model 3 price
- Tesla performance, Tesla protection, Tesla sensor, Tesla safety, Tesla problems, Tesla good, Tesla quality, Tesla worth, Tesla warranty
- Tesla vs BMW, Tesla vs Audi, Tesla vs Lexus



## 经济变动

- 人均可支配收入

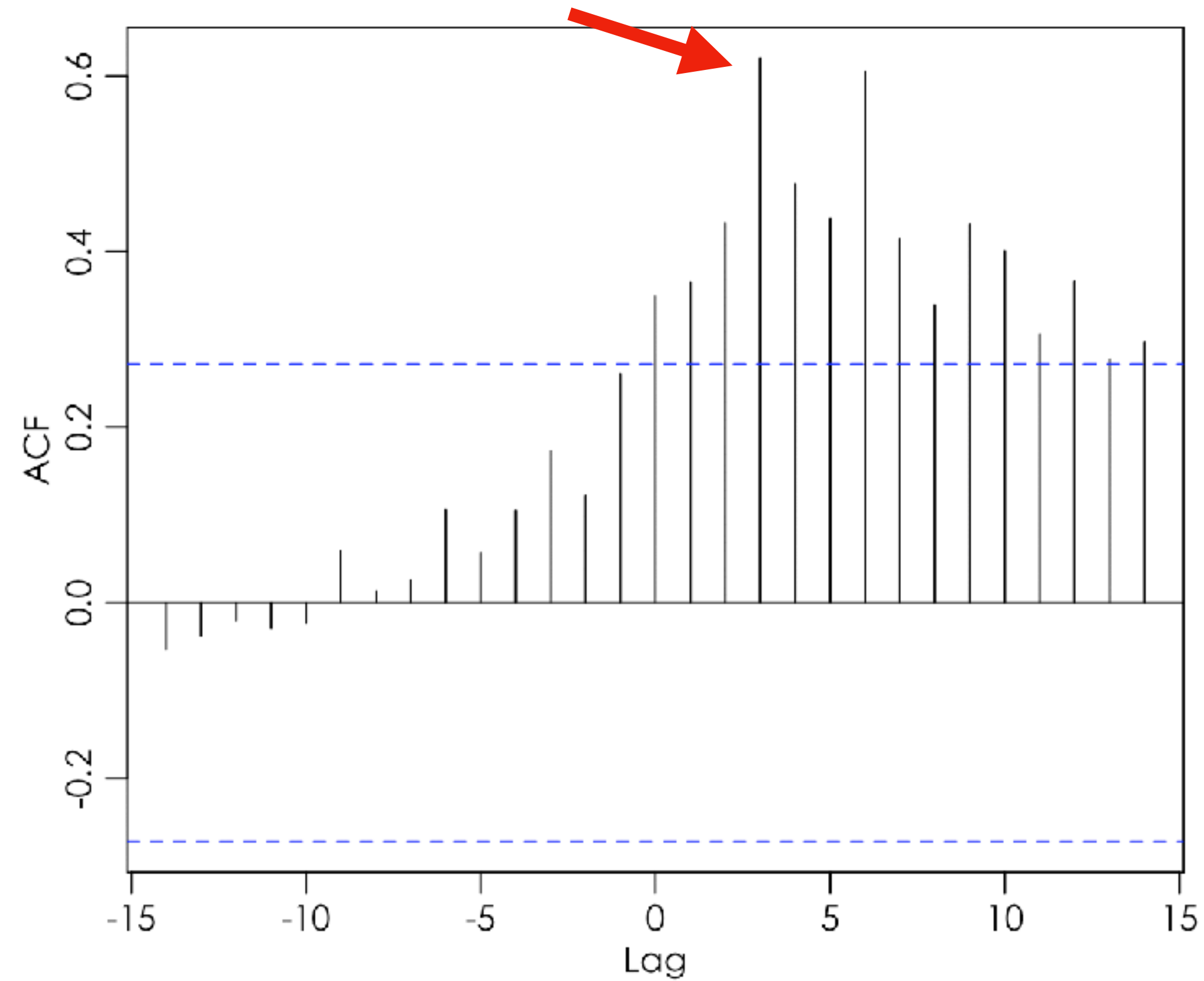


## 竞争动向

- 石油价格（WTI： West Texas Intermediate（Crude Oil） , also known as Texas light sweet, is a grade of crude oil used as a benchmark in oil pricing. ）
- BMW、Lexus、Audi的销量数据



# 数据处理



## 需求动向 (Google Trend)

- Tesla, Buy Tesla, Tesla price, Tesla model 3 price
- Tesla performance, Tesla protection, Tesla sensor, Tesla safety, Tesla problems, Tesla good, Tesla quality, Tesla worth, Tesla warranty
- Tesla vs BMW, Tesla vs Audi, Tesla vs Lexus



## 经济变动

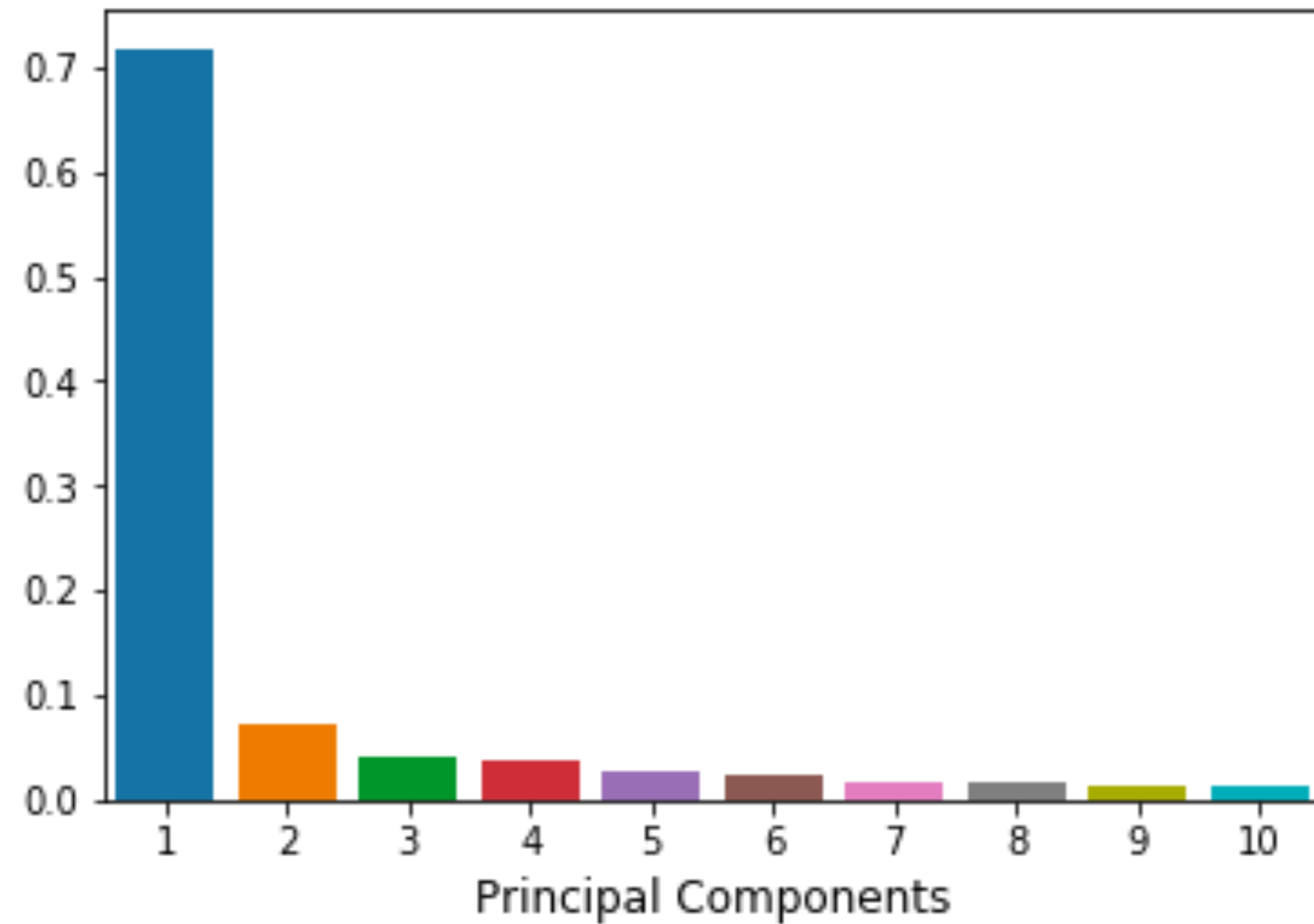
- 人均可支配收入



## 竞争动向

- 石油价格 (WTI: West Texas Intermediate (Crude Oil) , also known as Texas light sweet, is a grade of crude oil used as a benchmark in oil pricing. )
- BMW、Lexus、Audi的销量数据

# 数据处理



## 需求动向 (Google Trend)

- Tesla → Components1. Components2. Components3



## 经济变动

- 人均可支配收入



## 竞争动向

- 石油价格 (WTI: West Texas Intermediate (Crude Oil) , also known as Texas light sweet, is a grade of crude oil used as a benchmark in oil pricing. )



# 建模与分析

- ✓ ARIMAX原理
- ✓ 模型选择
- ✓ 模型表现
- ✓ 预测分析



# Why ARIMAX ?

## 1. ARMA

滑动平均+自回归

$$\phi(z)x_t = \theta(z)w_t, w_t \sim N(0, \sigma_{wN}^2)$$

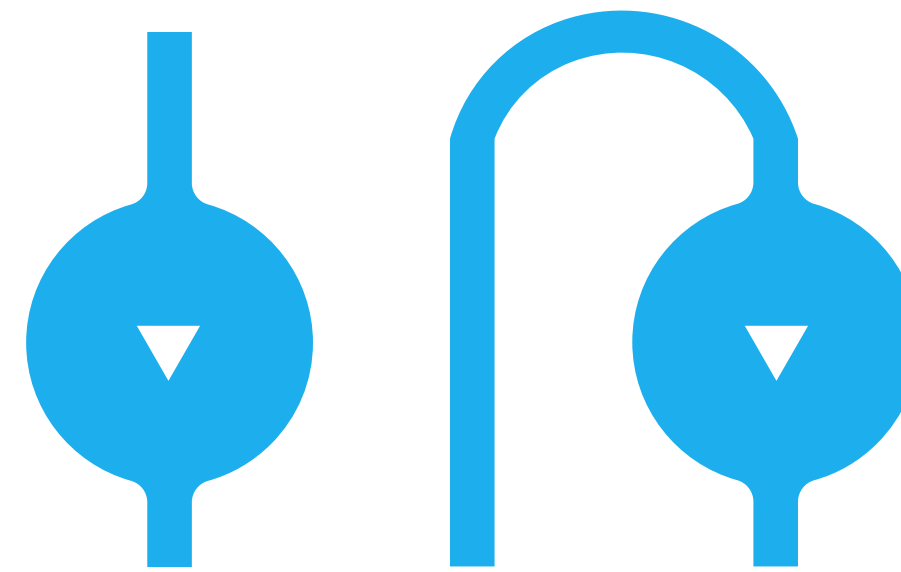
不足：只利用了序列自身的信息

## 2. ARMAX

滑动平均+自回归+其它因素

$$\phi(z)x_t = \theta(z)w_t + \psi(z)e_t, w_t \sim N(0, \sigma_{wN}^2)$$

不足：序列不一定平稳



## 3. ARIMAX

滑动平均+自回归+其它因素

+时序差分



## 4. Seasonal ARIMAX

滑动平均+自回归+其它因素

+时序差分+周期性

# What's the Challenge?



# What's the Challenge?

单纯ARIMA:  
ARIMA(3,1,0)(1,0,0)[12]  
  
预测风险:  
2019.01实际值 8.3千辆  
2019.01预测值 25.5千辆  
误差率 **207.2%!**



单纯ARIMA:  
ARIMA(3,1,0)(1,0,0)[12]  
  
消除影响:  
2019.04实际值 11.9千辆  
2019.04预测值 0.7千辆  
误差率 **94.1%!**

# Our Model's Performances

## 消除突变影响

- 1

### 模型AIC下降

ARIMA模型 AIC = 265.9

我们的模型 AIC = 259.4

拟合效果更好
- 2

### 预测误差率下降48%

ARIMA模型预测误差率94.1%

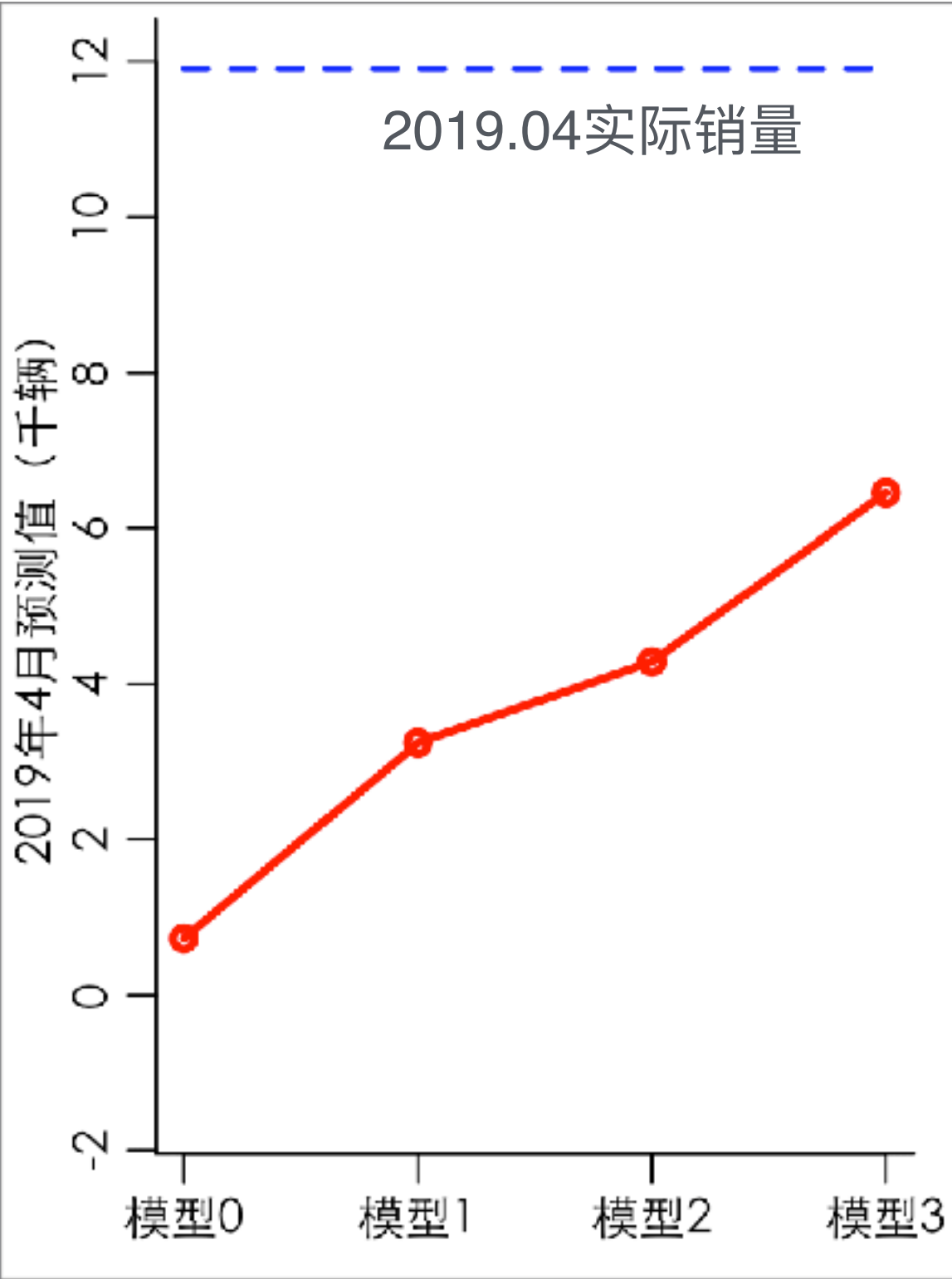
我们的模型预测误差率仅45.7%

预测效果显著提升

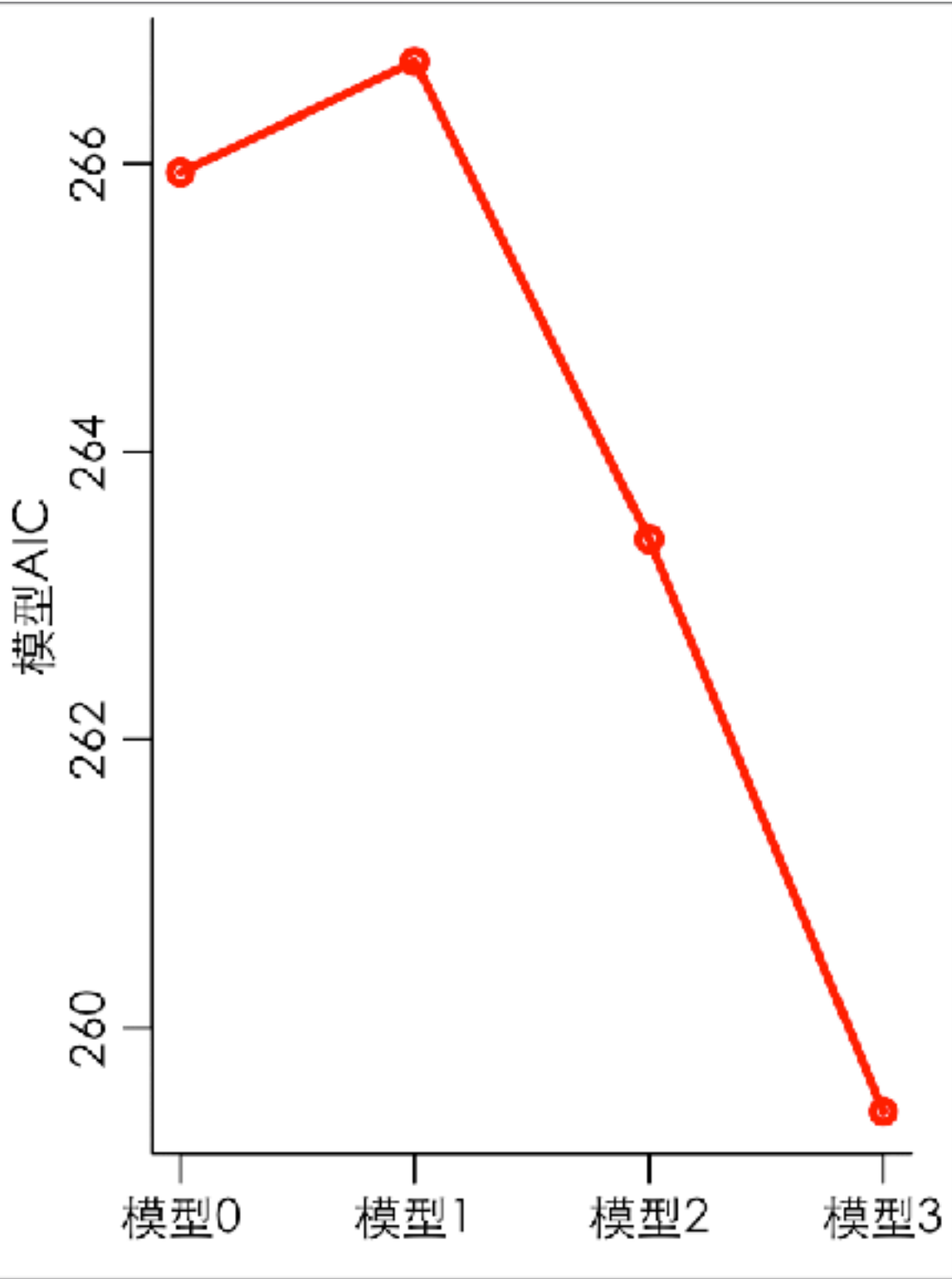
消除突变影响的性能明显

AR(1)	AR(2)	AR(3)	-SAR1	石油	收入	pca1	pca2	Pca3
-0.12	-0.37	0.43	0.61	0.29	0.002	0.73	-0.67	-0.08

2019.04销量预测结果



模型AIC值大小



- 0

模型0: ARIMA
- 1

模型1: ARIMA + PCA components
- 2

模型2: ARIMA + 石油价格、人均可支配收入
- 3

模型3: ARIMA + PCA components + 石油价格、人均可支配收入

# Our Model's Performances

## 预测风险

- 1

### 模型AIC下降

ARIMA模型 AIC = 222.9

我们的模型 AIC = 221.3

拟合效果更好
- 2

### 预测误差率下降19%

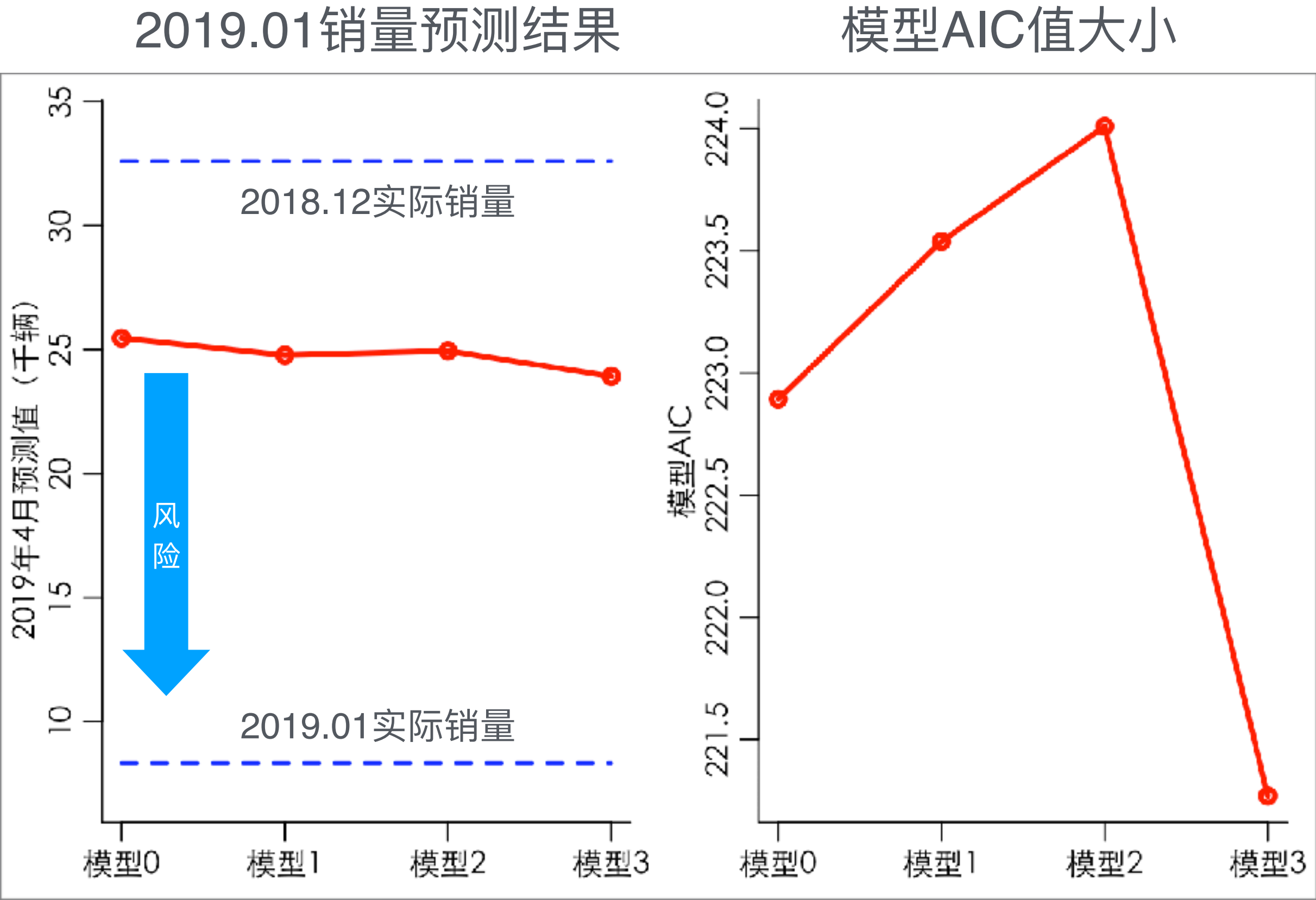
ARIMA模型预测误差率 207.2%

我们的模型预测误差率仅 188.0%

预测效果有提升

预测风险效果提升，但仍有待提高

AR(1)	AR(2)	AR(3)	-SAR1	石油	收入	pca1	pca2	Pca3
-0.08	-0.19	0.50	0.65	0.19	-0.002	0.52	-0.37	0.29



- 0

模型0: ARIMA
- 1

模型1: ARIMA + PCA components
- 2

模型2: ARIMA + 石油价格、人均可支配收入
- 3

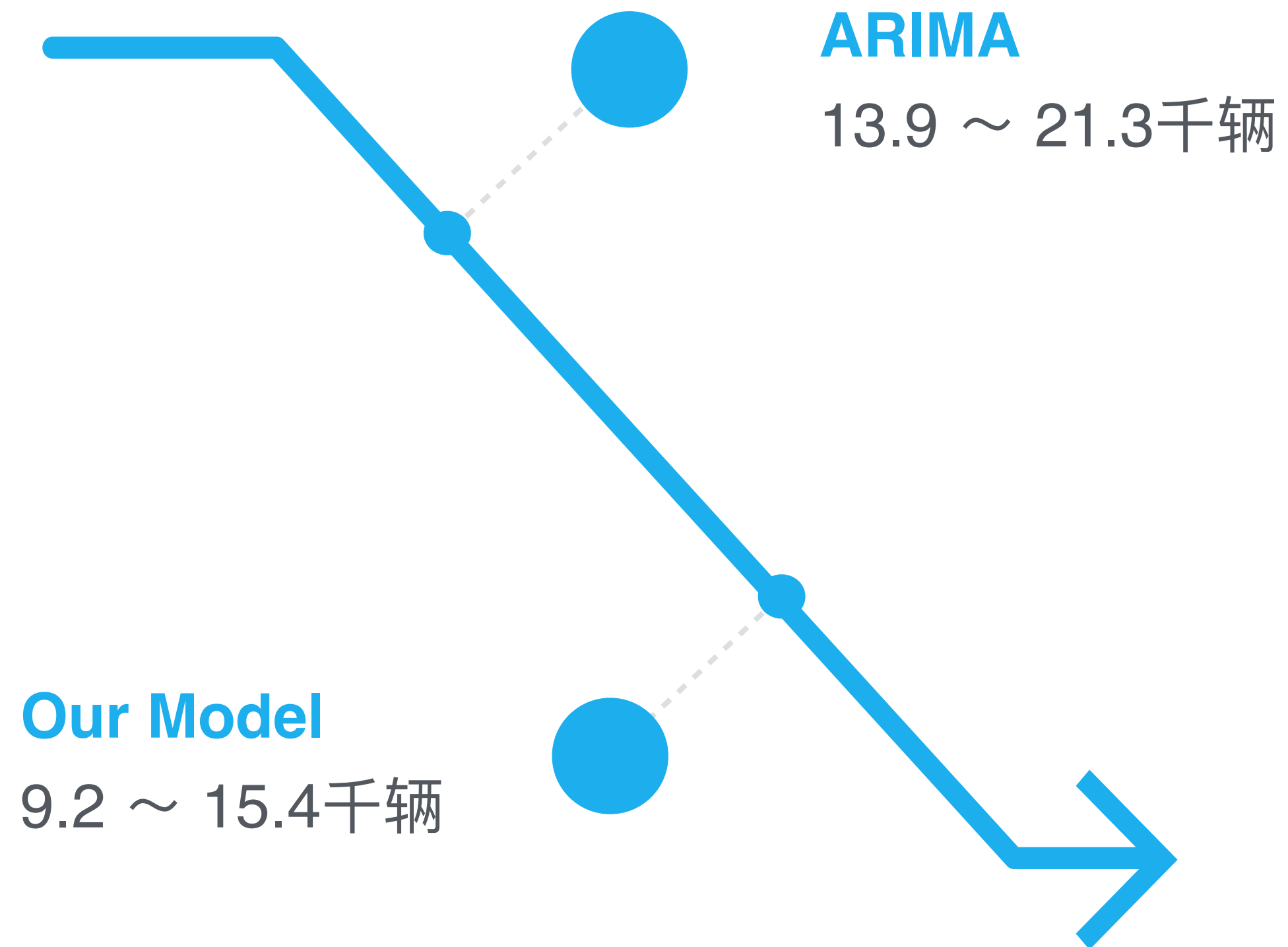
模型3: ARIMA + PCA components + 石油价格、人均可支配收入

# We Can Do More





# We Can Do More



有风险!





# 总结与展望

- ✓ 工作总结
- ✓ 可以改进的地方
- ✓ 场景分析
- ✓ 参考文献

# 总结与展望

## 模型

**ARIMAX**模型，考虑周期性，加入其余变量；  
相比原单纯ARIMA模型，**表现明显提升**；  
在**消除突变影响、预测风险**方面有应用价值



## 数据

以**特斯拉月销量**为预测目标；  
考虑**需求动向、经济变动、竞争动向**等变量维度；  
使用**PCA**方法对google trends数据降维

## 展望

变量选择还有很大尝试和改善空间；  
风险指标太少，难以量化，因此在风险预测上效果还不够理想；  
google trends可以先滤波处理再放入模型

# 场景分析

+

1. 预测短期滞后序列，如销量、营收等；
2. 低频数据预估高频数据，如日销量等；
3. 面向公众的消费品，google trend具有指导作用

-

1. Google trends只是间接反映，噪声影响难以预期；
2. Google trends只能反映关注量，但关注量带来的是正、负影响难以判断，可能交替；
3. 对于公司内部因素无法估量。

# 参考资料

1. <https://trends.google.com/trends/> Google Trends
2. <http://carsalesbase.com/us-car-sales-data/tesla/> 特斯拉销量数据来源
3. <https://fred.stlouisfed.org/series/A229RX0> 人均可支配收入数据来源
4. <https://oilprice.com/oil-price-charts/45> 石油数据来源
5. Carrière-Swallow, Y., & Labbé, F. (2013). Nowcasting with Google Trends in an emerging market. *Journal of Forecasting*, 32(4), 289-298.

Thank you!

