



浙江移动 面向NFV的AIOPS智能运维

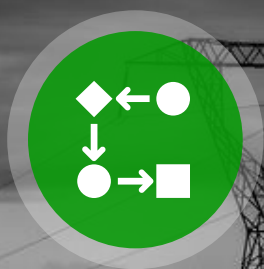
依托AIOPS，拓展SRE自研，夯实基础运维

方案背景



- 网络解耦
- 分层维护
- 运维创新

方案流程



- 强化算法
- 夯实基础
- 持续优化

系统架构



- 发挥自研
- 自主拓展
- 能力开放

自动巡检



- 统一巡检
- 灵活定制
- 分析汇总

性能分析



- 智能阈值
- 性能预测
- 关联分析

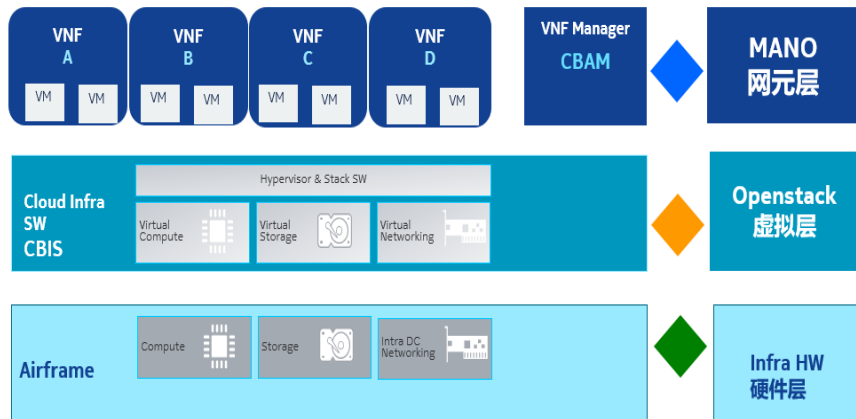


方案背景：NFV变革，运维创新

系统技术架构：网络解耦

NFV技术变革引发运维组织架构的变化，AIOPS运维应运而生，借助ML/AI支撑智能运维。

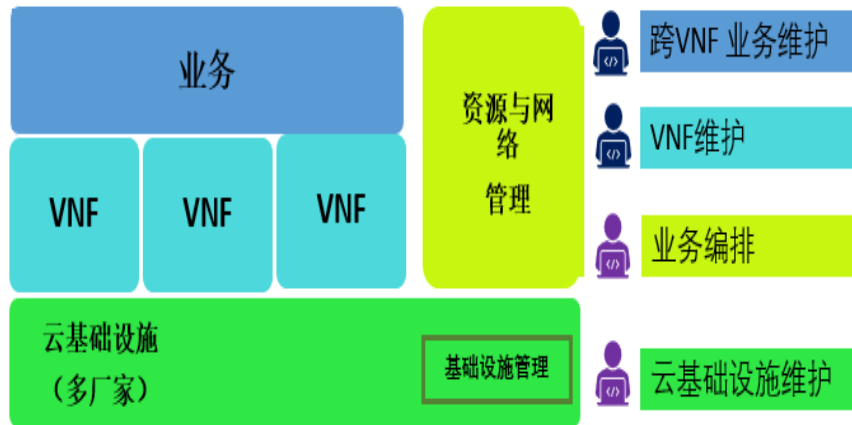
- ❑ 技术特征：自动部署、弹性伸缩、故障隔离和故障自愈
- ❑ 工具创新：借助算法实现，集中化、自动化、智能化



维护组织架构：分层维护

NFV网络要求对硬件和软件进行分层，采用IT/CT/DT融合技术栈，运维要求更高，

- ❑ 手段变革，AI助力运维，拓展SRE自研
- ❑ 流程优化，推行自动化，数字化，智能化





方案流程：AIOPS 应用实现流程

结合SRE自研平台ZABBIX采集功能, AI分析平台, 对传统运维进行创新。
针对NFV网络特点, 夯实基础运维: **自动巡检**和**性能分析**

数据采集



充分利用SRE自研平台的ZABBIX采集功能, 实现NFV网络数据的集中采集和分析

- 告警信息(O+)
- 性能数据(O+)
- 状态数据
- 日志信息

数据清洗



机器学习对数据质量要求高, 需要确保数据有效性处理

- 异常识别和处理箱型图算法
- 缺失识别和回填变分自编码器VAE

AI算法优化



网络庞大, 网元众多, 海量数据, 业务复杂, 变化快速, 异常样本量少。

- 指标分类算法
- 指标聚类算法
- 指标关联分析
- 经验反馈标签
- RNN用于预测

模型管理



AIOPS利用算法训练和测试集得到的模型, 供分析使用。

- 将训练生成模型对外提供服务
- 将模型应用生成预测数据
- 结合自研专家经验持续优化

应用功能

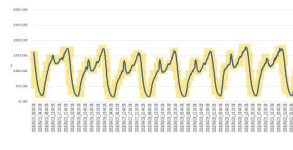
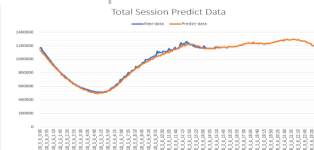
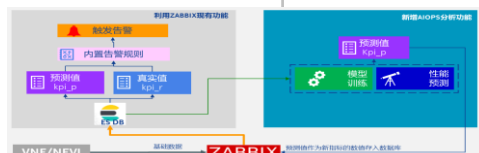
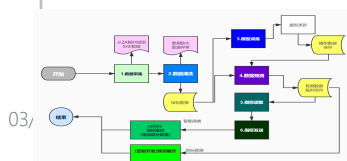


自动巡检

- 跨专业, 全网元巡检
- 自研能力注入, 自主扩展巡检内容和解析实现
- 定制分析报告

性能分析

- 智能阈值, 精准告警
- 关联分析, 根因推测
- 趋势预测, 保障有力
- 能力开放, 对外服务



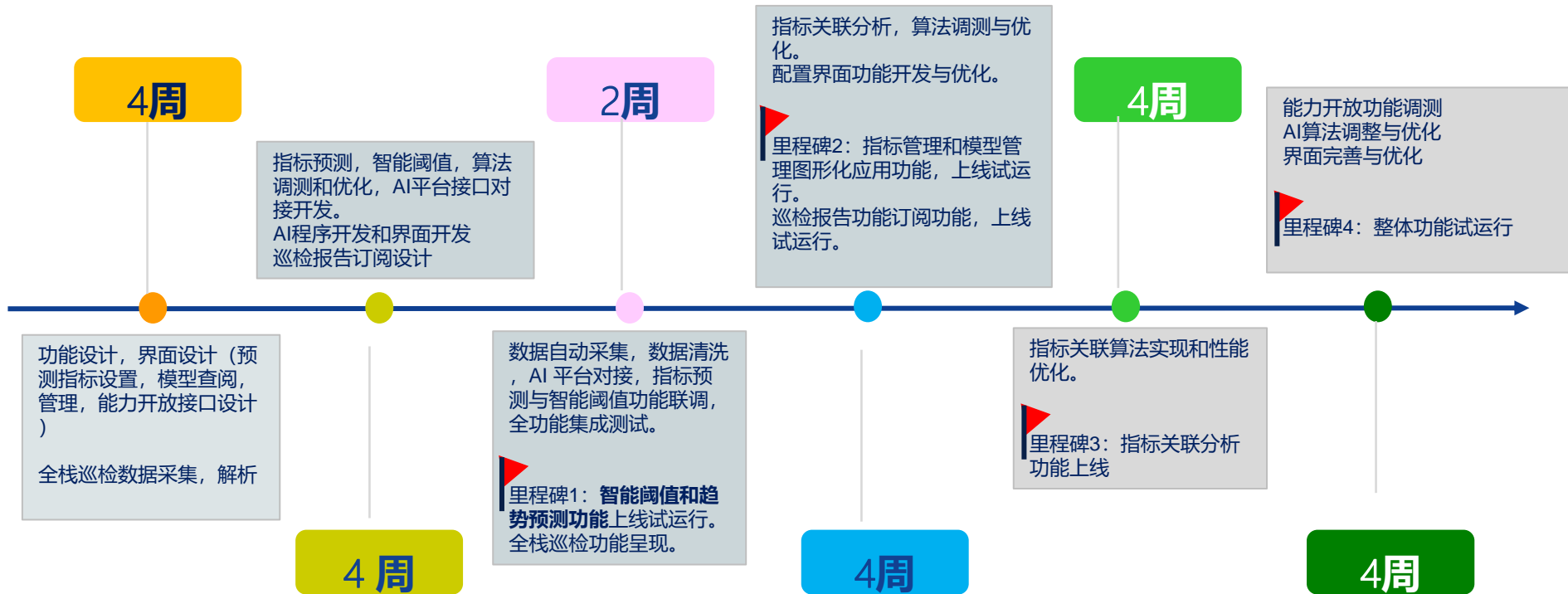


AIOPS落地实施计划

主要应用功能：智能阈值，指标预测，指标关联分析和能力开放

关键数据接口：指标数据接口，AI平台接口，能力开放接口

主要数据算法：数据清洗，预测分析，模型选择，指标聚类分析





AIOPS落地实施计划-续

完成AIOPS分析功能（智能阈值和指标预测）演示：

本计划支持工作包括2部分：

1-8 远程支持

9-11现场支持



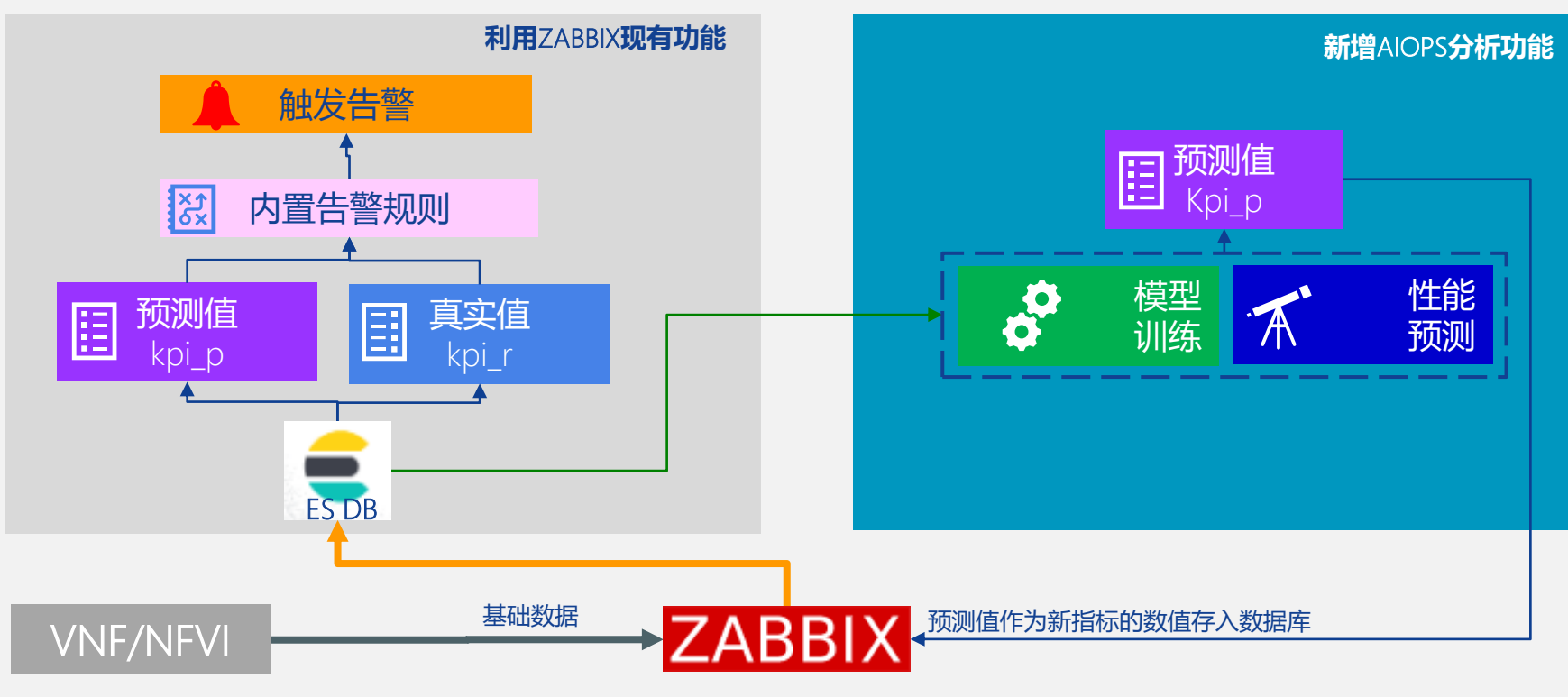
Microsoft Excel
Worksheet

序号	任务	开始日期	结束日期	整体完成率	状态	1月				2月				3月			
						W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
1	系统设计	1.6	1.17														
2	数据分析	1.13	1.23														
3	数据清洗	1.17	1.23														
4	UI需求分析与设计	1.31	2.7														
5	模型训练	1.31	2.14														
6	数据预测	2.10	2.21														
7	美工UI设计	2.3	2.7														
8	UI开发测试	2.10	2.21														
9	项目联调	2.24	3.6														
10	系统优化	3.2	3.13														
11	功能演示	3.16	3.20														



预测数据流

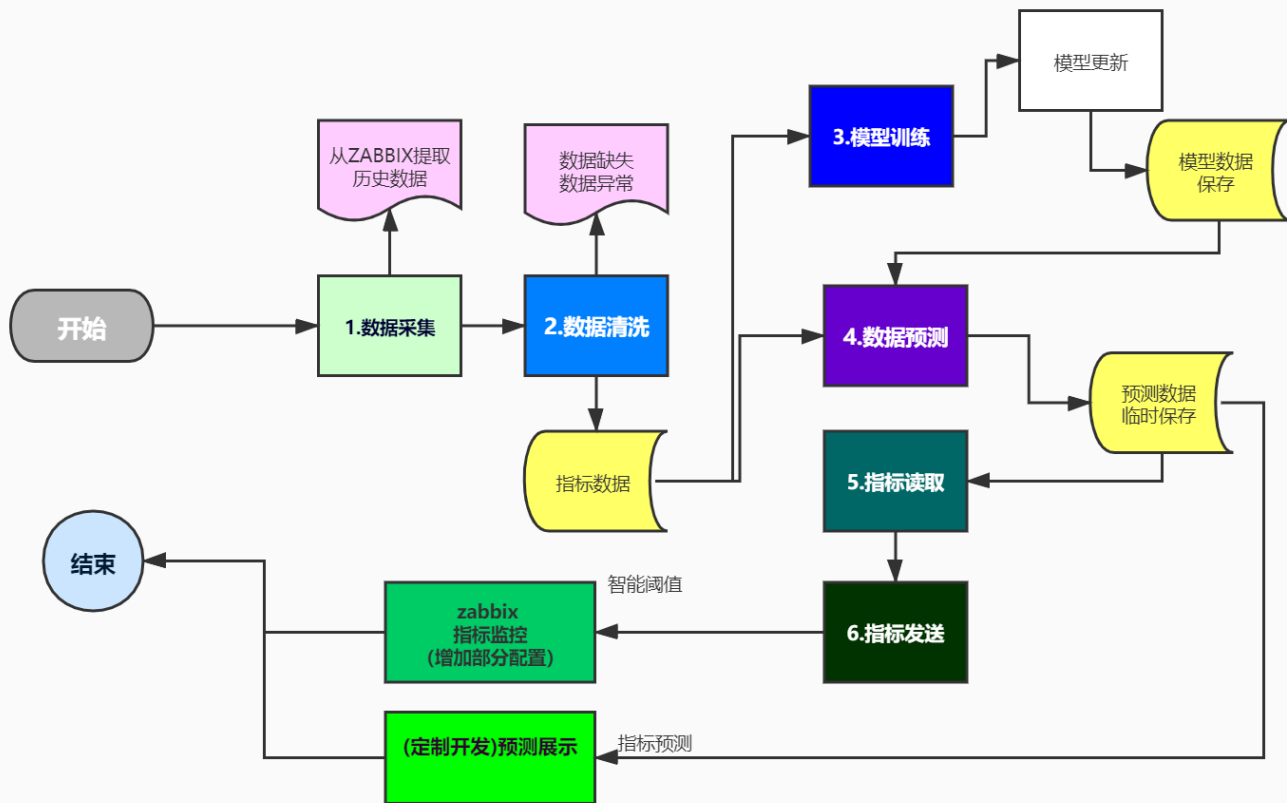
充分利用Zabbix丰富告警逻辑，开发AIOPS性能预测功能，实现自动生成智能阈值，并将其作为预测指标的数值预先存入ES数据库，利用zabbix内置告警逻辑，实时产生告警。





AIOPS模块划分

AI分析功能内部拆为6部分，可以独立提供功能，并考虑今后迁移到AI平台的需求，减少适配工作量。



新增AI分析:

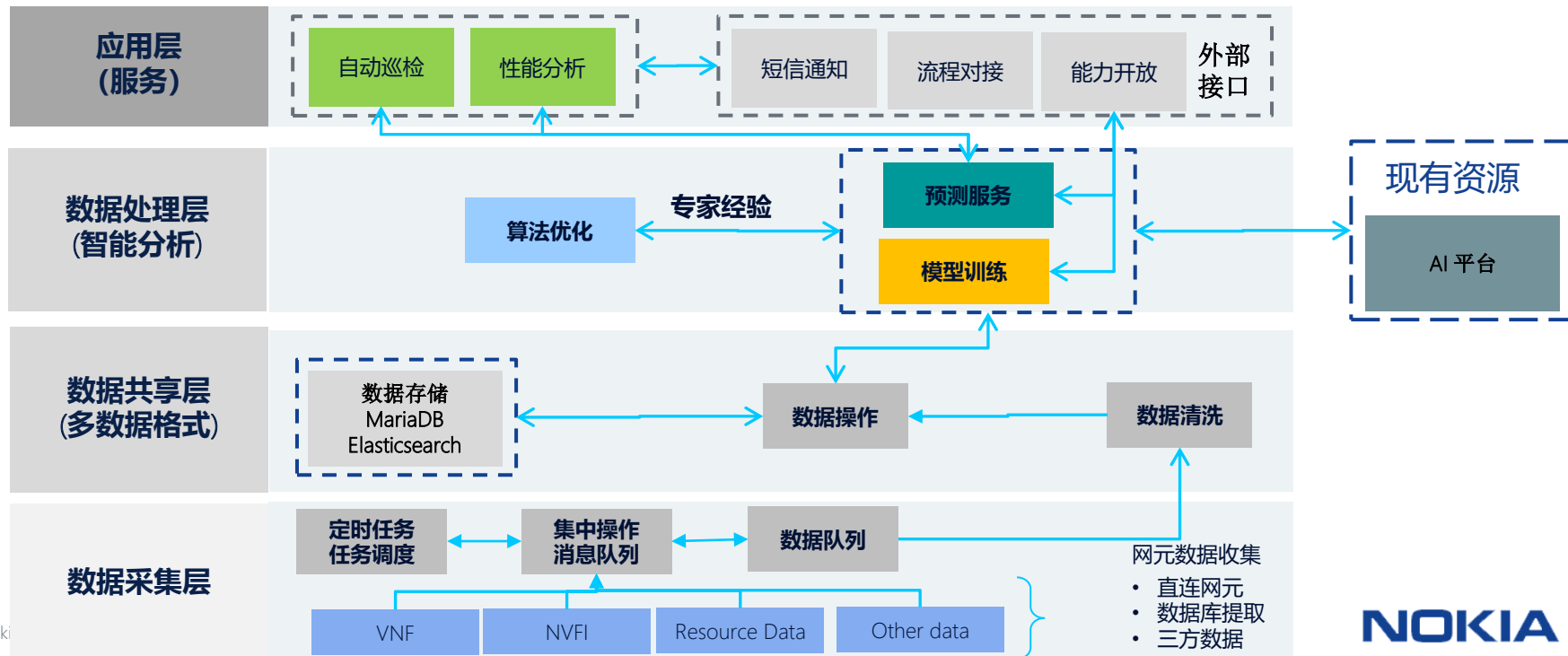
1. 充分利用现有ZABBIX功能
2. 简化开发工作量实现AI分析



软件架构：结合SRE，强化自研

支持持续能力注入，灵活拓展应用功能

- ❑ 微服务架构，快速构建新的应用
- ❑ 服务容器化，实现灵活升级，便捷扩展
- ❑ AI运算平台，融合现有运算资源，支持能力开放





自动巡检：方案实现

发挥自研优势，高效扩展新功能

基于ZABBIX开源组件的自研平台，核心逻辑内部控制，灵活定制解析规则和解析程序。

结合现网运维丰富经验，定制NFV分层架构的巡检任务，并自动推送巡检报告





性能分析：应用功能

依据指标的特征差异汇聚分析，选择合适的分析算法。
AIOPS的应用效果需要结合自研专家的经验输入和持续优化



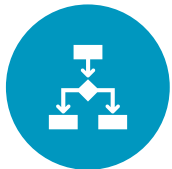
应用场景

- 异常检测
- 故障定位
- 根因分析
- 性能预测



AI算法

- 变分自编码器VAE
- 聚类与降维分析
- 前馈神经网络MLP
- 循环神经网络RNN



基础数据

- 指标数据
- 告警数据
- 日志信息
- 拓扑信息



专家经验 优化迭代 决策分析



智能阈值 故障监控，精准告警

- 依据历史数据生成模型
- 置信区间设置智能阈值
- 模型持续训练持续迭代

关联分析 故障处理，根因分析

- 全量指标相关性分析
- 异常指标聚类关联
- 随机森林决策树

趋势预测 业务保障，消除隐患

- 趋势预测，重大保障
- 性能瓶颈，消除短板
- 容量预警，资源保障
- 故障预测，减少影响



智能阈值，精准监控

传统方法监控：指标模型分析和阈值设置均是人工依据经验来静态设定，易产生误告警或者遗漏告警。

机器学习监控：根据预测值的期望和方差计算出智能阈值，从而实现自主学习指标模型，从而实现精告警。

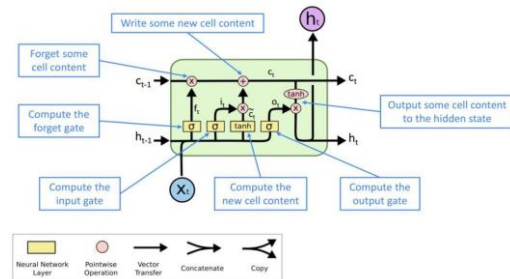
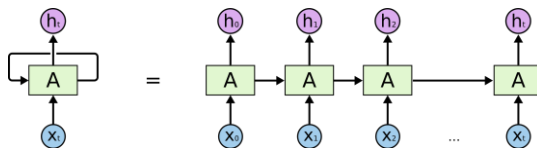
处理流程：

1. 抽取网元历史指标数据集、日期特征数据集和网元特征数据集，并做好数据清洗和归一化处理
2. 使用数据样本对前馈神经网络MLP模型或者循环神经网络RNN/LSTM/GRU模型进行训练
3. 应用训练好的模型，输入过去M个历史指标或指标集、日期特征和网元特征，输出结果是指标未来N个周期的预测值
4. 将预测值作为期望，并结合训练时得到的损失（均方误差）计算出监控时所用的上下动态门限

智能阈值

指标监控

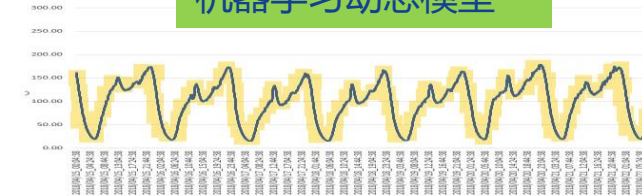
- 模型自动学习
- 阈值动态调整
- 自动侦测隐患



传统监控静态模型



机器学习动态模型





关联分析，根因推测

传统分析方法：人工分析通常只能对约10多类指标进行关联分析，查找故障影响缓慢和定位根因困难。

机器学习方法：快速分析上百种指标关系，快速分析出指标的强弱相关性。通过机器学习累积经验库，并固化相关性变化场景，将有助于提升故障判别准确率和故障定位效率。

分析流程：

抽取网元历史指标数据集，并做好数据清洗和归一化处理

使用自编码器（AutoEncoder）模型对数据样本进行训练，得到降维后的低维编码

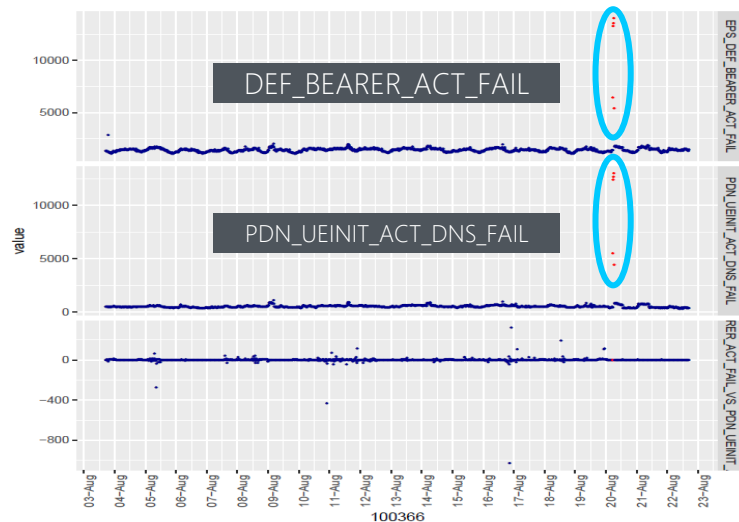
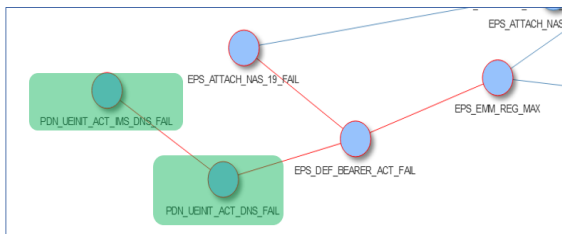
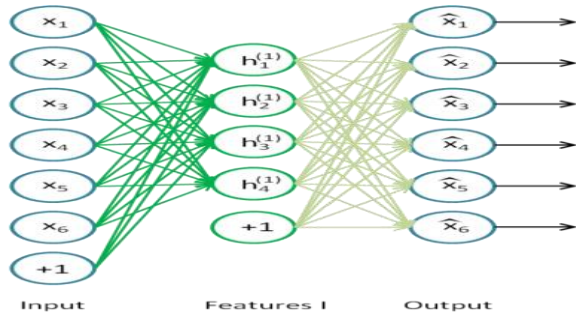
对编码进行聚类，挑选出离群点，由专家进行分析是否存在业务故障

对编码进行2D或3D绘图输出，观察网元稳态运行时和出现某类故障时所在的空间区域，作为故障监控和故障定位的参考依据

关联分析

根因推测

- 全量关联分析
- 强弱关系对照
- 异常原因推测





趋势预测，保障有力

针对关键指标的保障需求，循环神经网络(RNN)可以准确依据历史数据，实现对业务的趋势预测，提升重大节假日的业务保障能力。同时预测数据可以用于评估网络容量，趋势变化，评估网络瓶颈，从而发现故障隐患，避免故障发生。

处理流程：

抽取网元历史指标数据集、日期特征数据集和网元特征数据集，并做好数据清洗和归一化处理

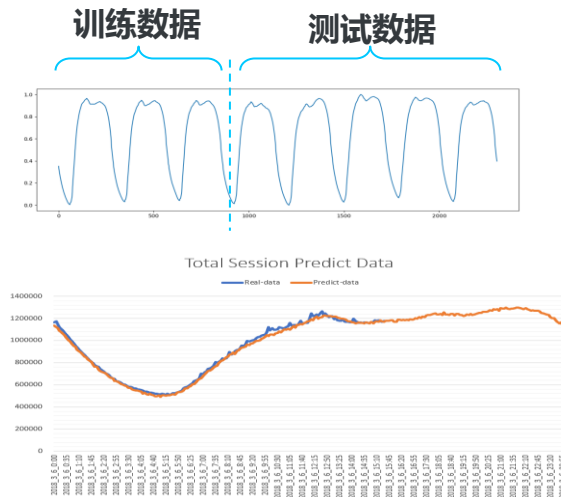
使用数据样本对前馈神经网络MLP模型或者循环神经网络RNN/LSTM/GRU模型进行训练

应用训练好的模型，输入过去M个历史指标或指标集、日期特征和网元特征，输出结果是指标未来N个周期的预测值

精选指标

准确预测

- 重大节日保障
- 重大事件保障
- 决策分析参考



精选指标预测用于业务大屏展示场景

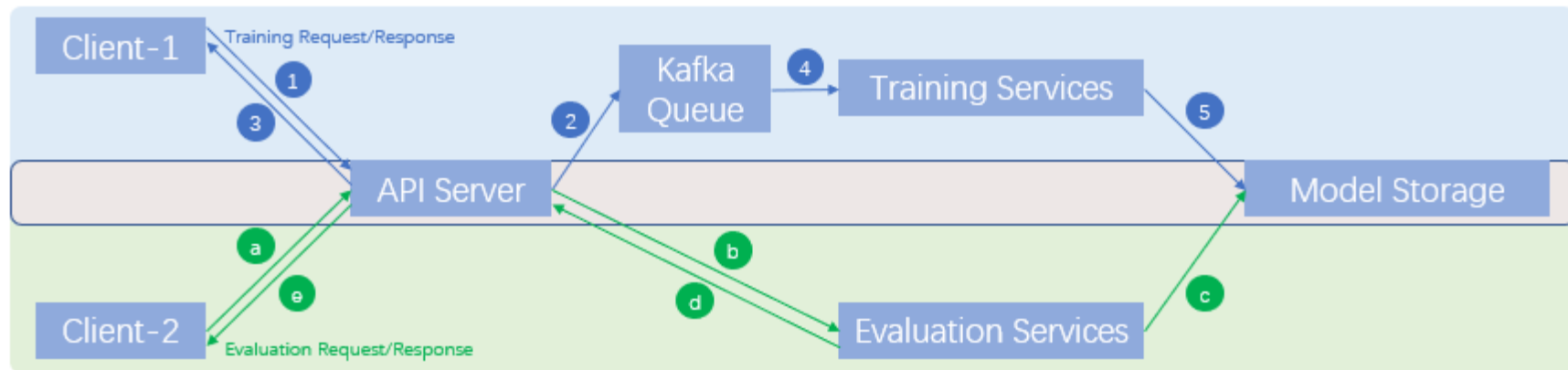




能力开放，对外服务

采用微服务架构，将训练服务和评估服务分别对外提供接口，实现对外提供ML/AI的服务能力,实现能力开放。

- 提供训练服务
- 提供模型存储
- 提供评估服务



- API 服务
 - 处理训练和评估请求
 - 根据模型需求提交训练请求到队列
 - 根据模型需求提交评估模型到队列
- 训练服务
 - 处理训练请求,训练模型,并存储模型
 - 根据CPU/GPU资源分派并发处理进程
 - 一个进程组处理一类模型
- 评估服务
 - 处理评估请求，结合模型使用输入数据返回结果
 - 根据CPU/GPU资源分派并发处理进程
 - 一个进程组处理一类模型
- 模型存储
 - 储存训练模型
 - 根据评估请求返回训练模型



AIOPS 功能演示

智能阈值 (性能监控)
趋势预测 (业务展示)



功能演示开发计划

完成AIOPS分析功能（智能阈值和趋势预测）演示：

本计划支持工作包括2部分：

1-8 远程支持

9-11现场支持

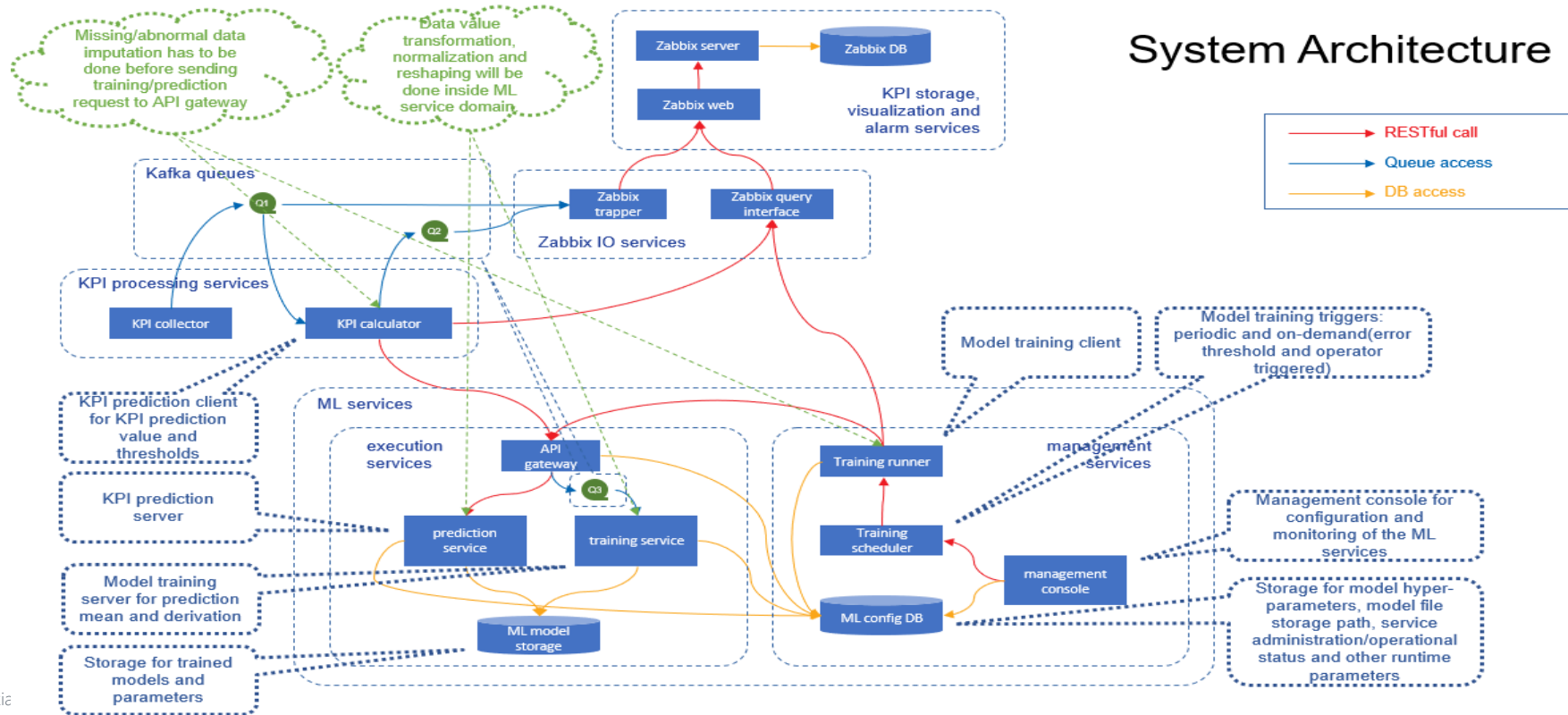


Microsoft Excel
Worksheet

序号	任务	开始日期	结束日期	整体完成率	状态	1月				2月				3月			
						W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
1	系统设计	1.6	1.17														
2	数据分析	1.13	1.23														
3	数据清洗	1.17	1.23														
4	UI需求分析与设计	1.31	2.7														
5	模型训练	1.31	2.14														
6	数据预测	2.10	2.21														
7	美工UI设计	2.3	2.7														
8	UI开发测试	2.10	2.21														
9	项目联调	2.24	3.6														
10	系统优化	3.2	3.13														
11	功能演示	3.16	3.20														



按照能力开放的设计，实现业务逻辑，完成演示功能开发。





性能监控效果对比

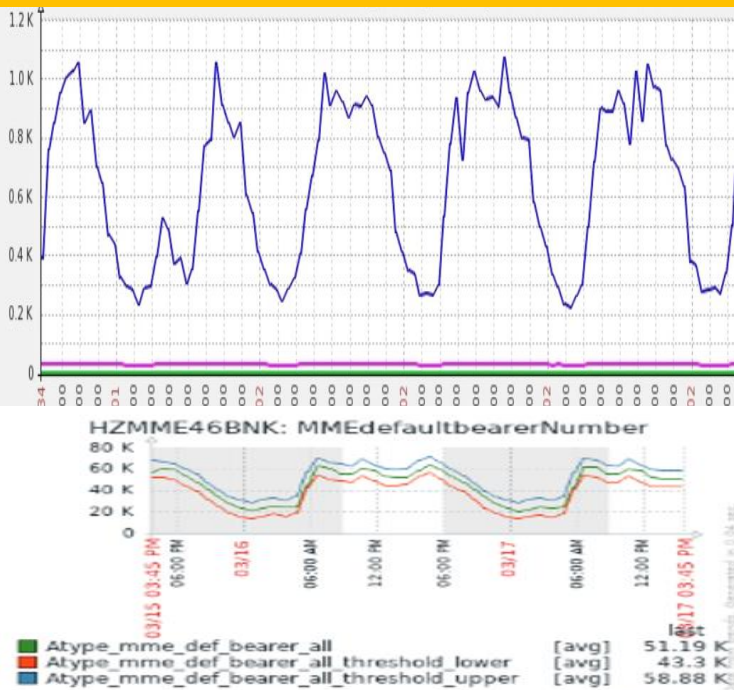
传统静态阈值

依据经验设定阈值，定期更新模型才能保持告警规则有效，工作量大，效率低

指标数量多，模型差异大，工程师依据经验完成优化，优化质量差异显著

静态告警阈值设置容易2个极端：阈值严格，导致告警“泛洪”；阈值宽泛出现漏告警

维护难点：指标繁多，模型各异，维护繁琐



智能阈值效果：统一算法，智能阈值，自动更新

AI智能阈值

利用历史数据AI分析，定期自动完成模型训练，始终保持有效，实现软件换人力

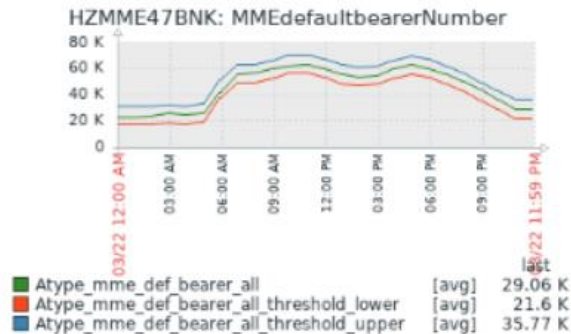
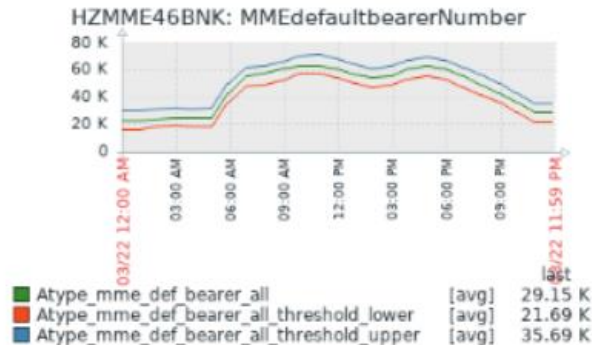
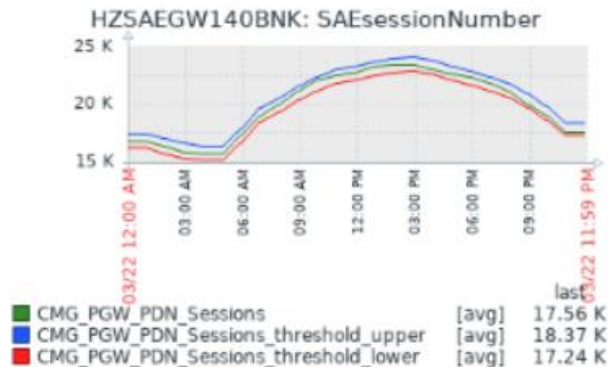
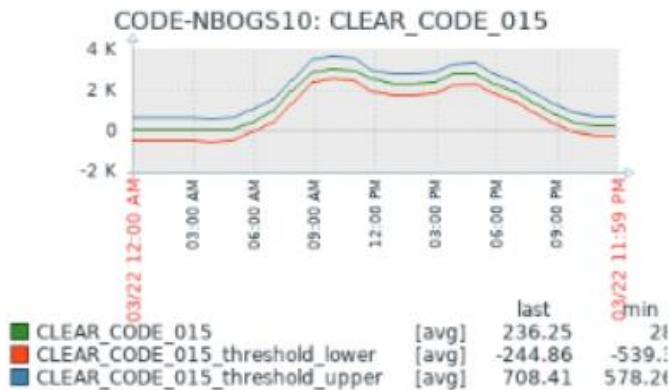
指标按照特征分类，用经验完善有限类别的算法优化，将无形经验转为有形资产

专家经验完善和优化AI算法，持续迭代沉淀经验，始终保持精确告警



智能阈值—集中展示

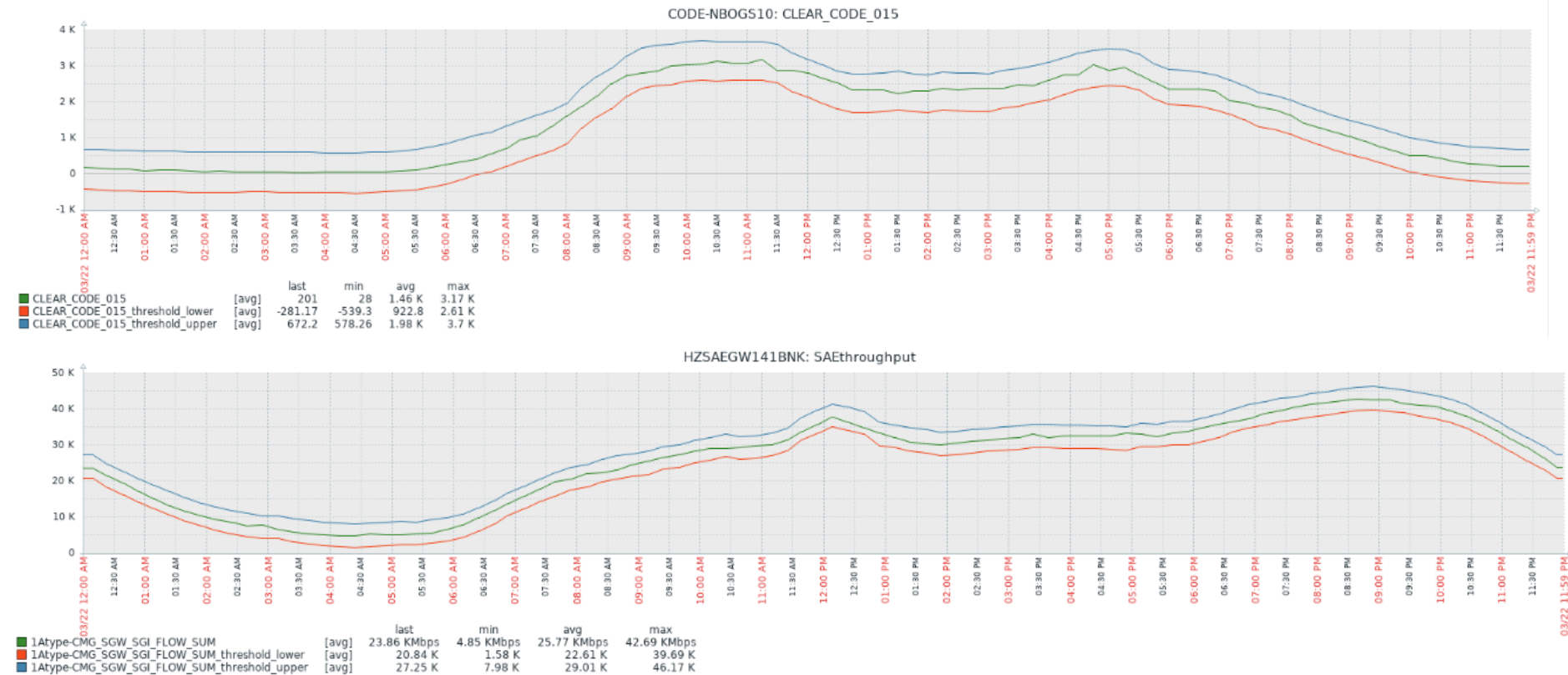
可以基于不同网元，不同指标，不同业务，将重要指标分屏集中展示，方便对比观察指标特征和进行算法优化效果。





智能阈值—单指标监控

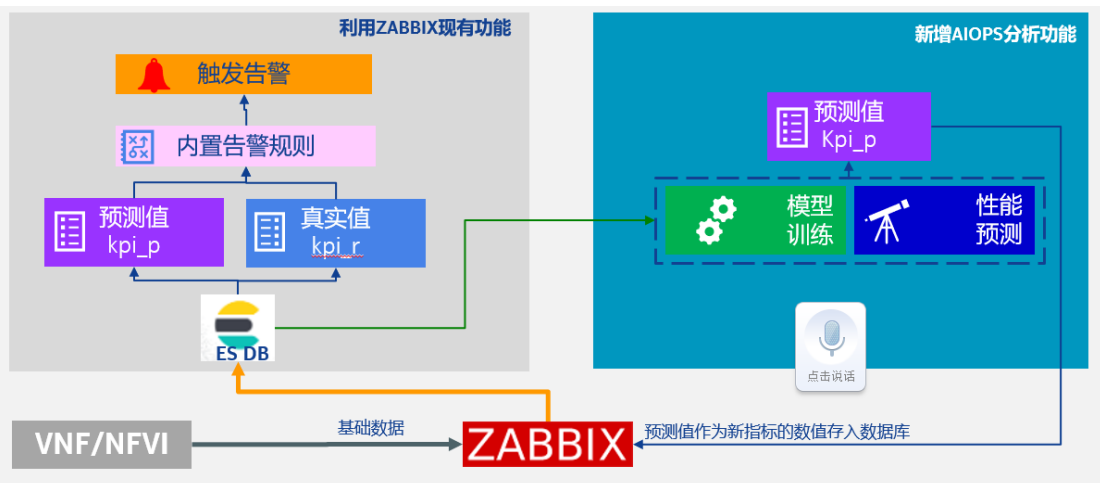
针对指标设定上下阈值，获得置信区间，设定符合需求的置信区间，可以精准设置异常识别准确性。
以下的不同指标的Lower和Upper的阈值是通过RNN算法，并依据西格玛要求来自动生成。





智能阈值—告警展示

充分结合浙江移动SRE平台的现有功能，将AIOPS智能运维模块计算的智能阈值作为指标重新存入现有监控平台数据库，增加新的统一的告警逻辑和告警规则，从而实现性能监控的告警功能。



触发器

所有模板 / ALL_NK_MME 应用集 12 监控项 221 触发器 361 图形 3 聚合图形 自动发现规则 Web 场景

触发器 依赖关系

* 名称: Atype_mme_def_bearer_all

严重性: 未分类 信息 警告 一般严重 严重 灾难

* 表达式: {ALL_NK_MME:Atype_mme_def_bearer_all.last(#1)} < (ALL_NK_MME:Atype_mme_def_bearer_all.threshold_lower.last(#1)) or {ALL_NK_MME:Atype_mme_def_bearer_all.last(#1)} > {ALL_NK_MME:Atype_mme_def_bearer_all.threshold_upper.last(#1)}

表达式构造器

事件成功迭代: 表达式 恢复表达式 无

问题事件生成模式: 单个 多重

事件成功关闭: 所有问题 所有问题如果标签匹配

标记: 标记 值 移除

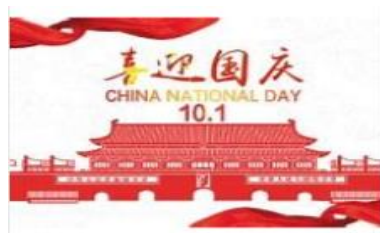
添加

<input type="checkbox"/>	Wizard	Name ▲	Triggers	Key	Interval	History	Trends	Type	Applications	Status	Info
<input type="checkbox"/>	...	Atype_mme_def_bearer_all	Triggers 8	Atype_mme_def_bearer_all	90d	180d	Zabbix trapper	AIOPS	Enabled		
<input type="checkbox"/>	...	Atype_mme_def_bearer_all_prediction		Atype_mme_def_bearer_all_prediction	90d	365d	Zabbix trapper	AIOPS	Enabled		
<input type="checkbox"/>	...	Atype_mme_def_bearer_all_threshold_lower	Triggers 1	Atype_mme_def_bearer_all_threshold_lower	90d	365d	Zabbix trapper	AIOPS	Enabled		
<input type="checkbox"/>	...	Atype_mme_def_bearer_all_threshold_upper	Triggers 1	Atype_mme_def_bearer_all_threshold_upper	90d	365d	Zabbix trapper	AIOPS	Enabled		



趋势预测-功能描述

根据历史数据，实现未来数据的趋势预测，将无形的业务趋势实时、可视化呈现于保障指挥室。通常用在重要会议，重大活动，重要节日和应急保障中，实现将业务变化与趋势预测进行实时比较。为决策分析提供参考，有助于管理层观察、评估、决策和调度网络业务，提升业务保障能力。



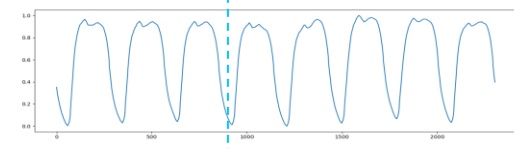
精选指标

准确预测

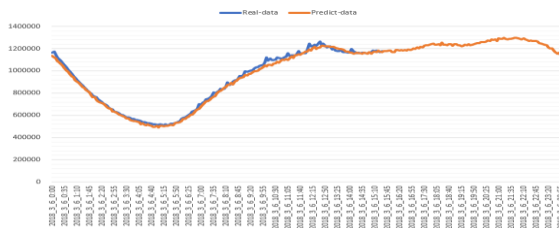
- 重大节日保障
- 重大事件保障
- 决策分析参考

训练数据

测试数据



Total Session Predict Data



精选指标预测用于业务大屏展示场景





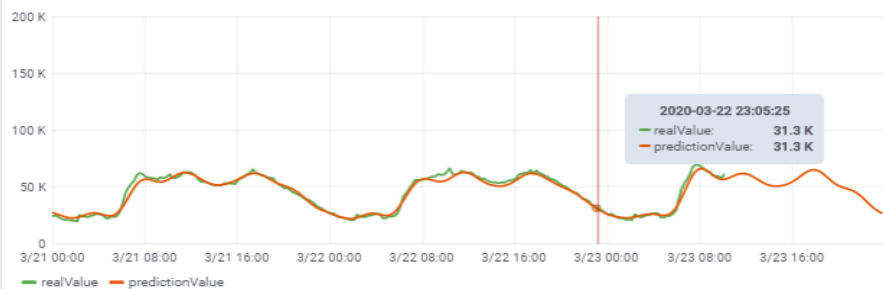
趋势预测-功能展示

将全网的重点业务趋变化进行分屏展示，供维护工程师或者管理层快速、全面了解关键业务变化趋势，判断业务发展与趋势是否符合，支持维护决策。

AIOPS长期预测 -

2020-03-21 00:00:00 to 2020-03-23 23:59:59

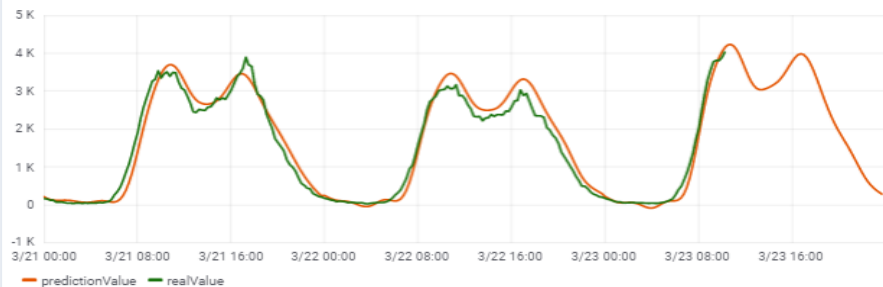
HZMME46BNK MMEdefaultbearer数量



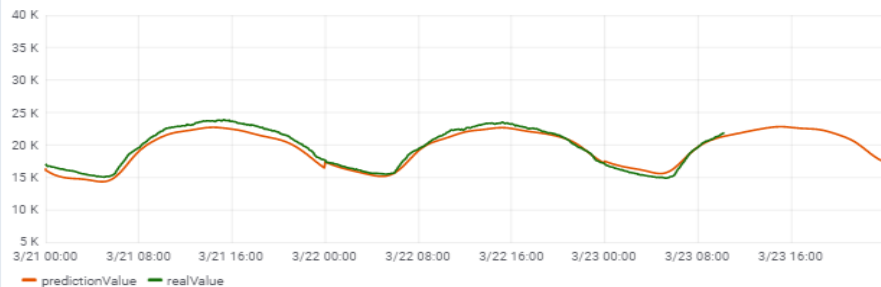
HZMME47BNK MMEdefaultbearer数量



NBOGS10 CLEAR_CODE_015



HZSAEGW140BNK SAEsession数量



NOKIA