

5月28日, 2024 | 北京

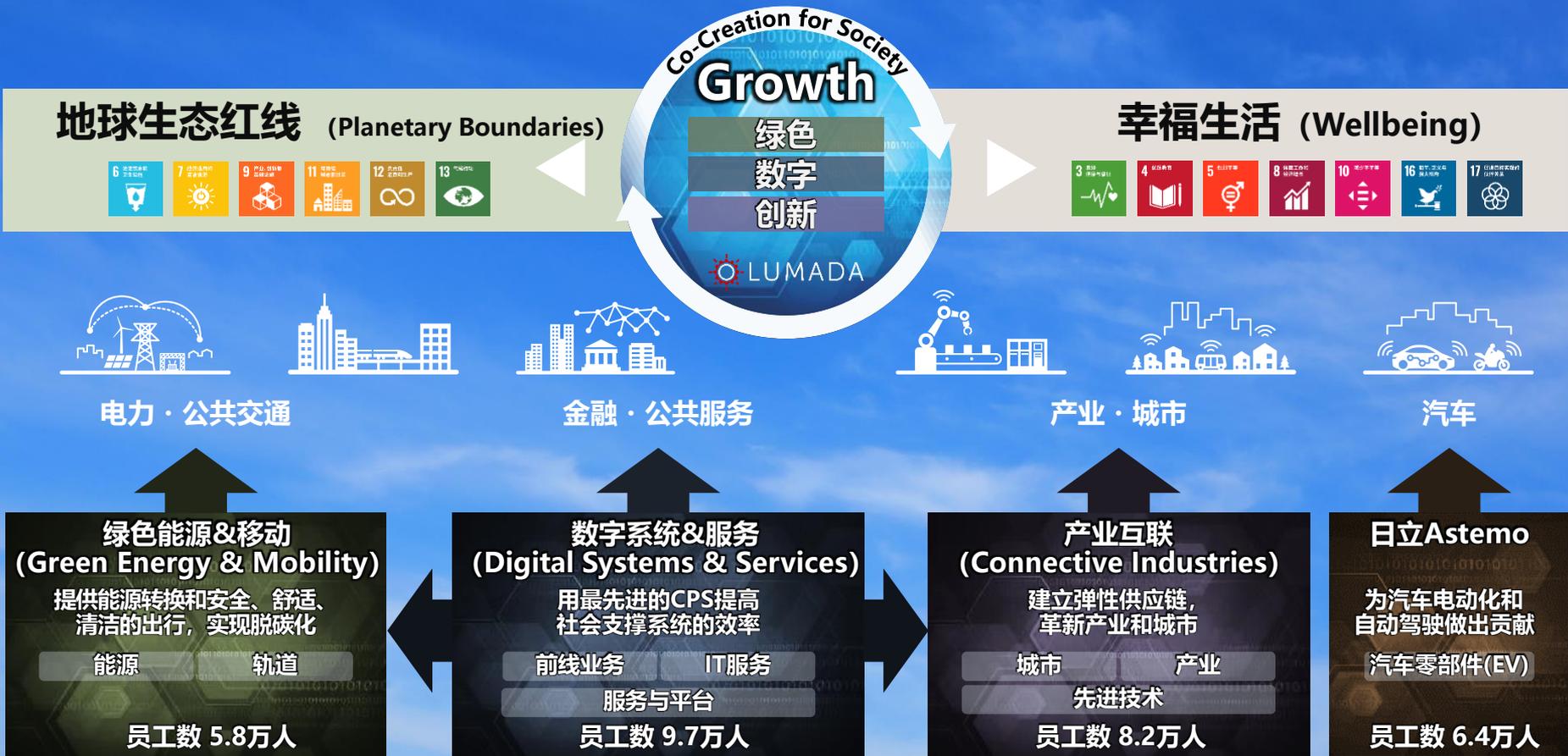
面向制造业的基于外接传感器的故障预测技术

姚开鹏, 日立中国研究院



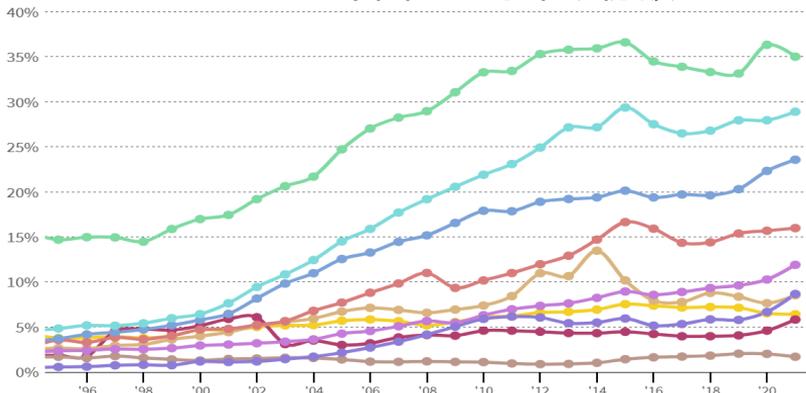
-
- 1, 日立的愿景
 - 2, 中国制造业的发展趋势
 - 3, 制造业的故障预测课题和Hi-PHMS解决方案诞生
 - 4, 使用MATLAB加速故障预测技术研发
 - 5, 总结

1, 日立的愿景：可持续发展的社会

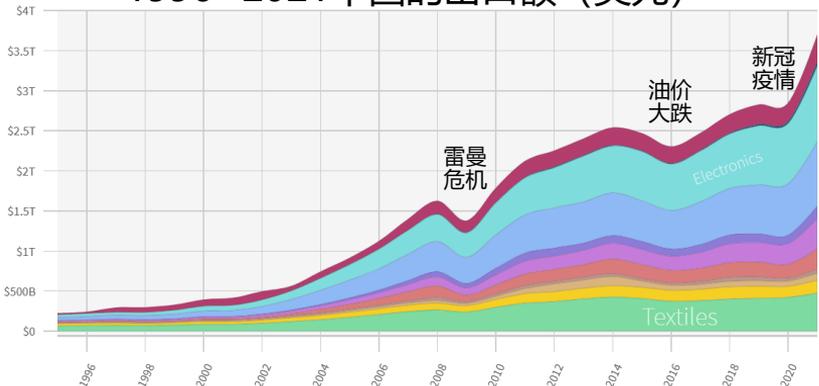


2, 中国制造业的发展趋势

1996~2021中国的全球市场份额



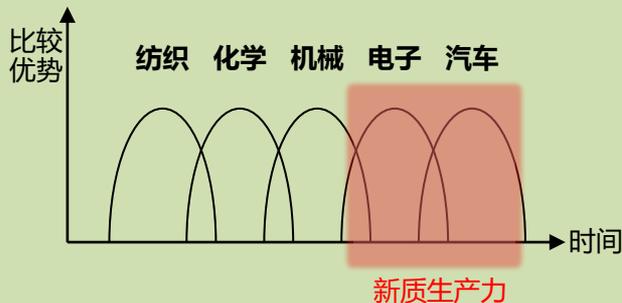
1996~2021中国的出口额 (美元)



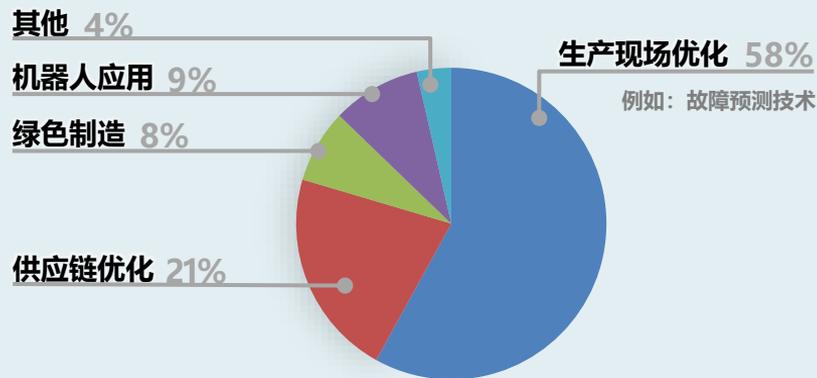
数据来源: 哈佛大学增长实验室经济复杂度地图, <https://atlas.cid.harvard.edu/explore>



制造业在一国的发展过程



工信部 智能制造试点示范项目构成



数据来源: 工信部, 2021年度智能制造试点示范行动数据基础上整理

I 数据采集

II 离散生产

III 故障机理

IV 灵活部署



课题

老旧设备、接口封闭的设备，取不到有效的数据，有限的投入

伺服电机速度变化，导致数据分析精度不佳

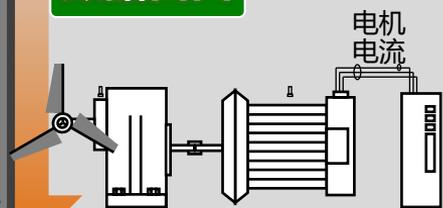
故障类型较多，故障和现象之间能否建立理论关联

容易覆盖所有车间，客户自行安装，在线结合离线

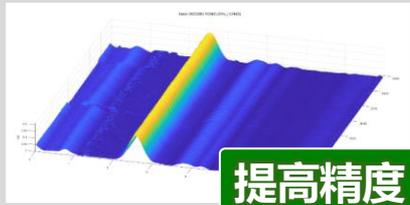
技术



数据自由

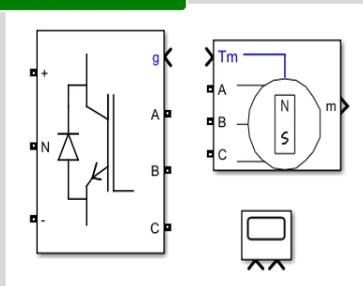


电机传感



动作识别

理论验证



故障模拟

便携

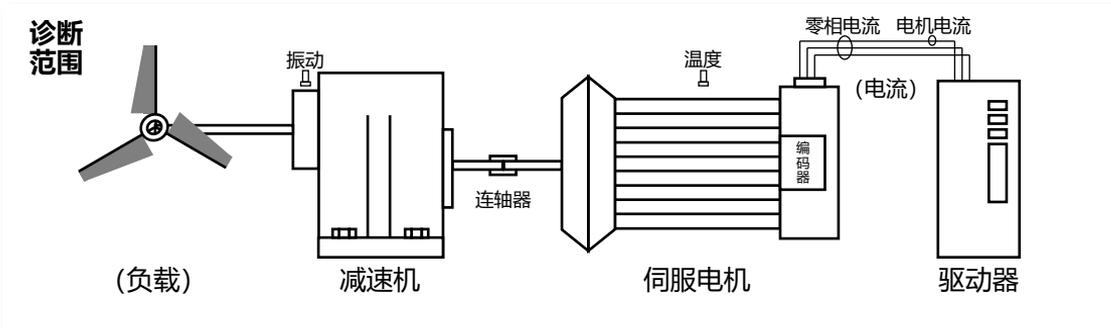
APP

电源

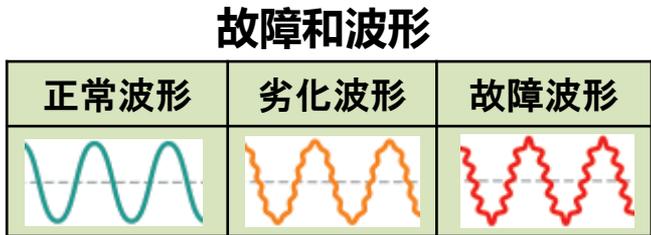
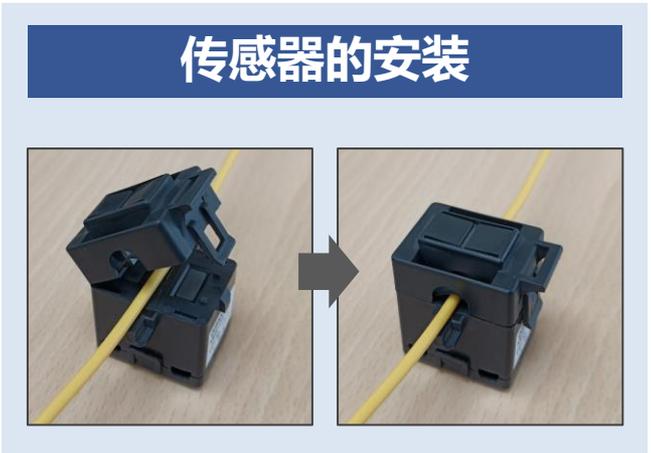


便携设备

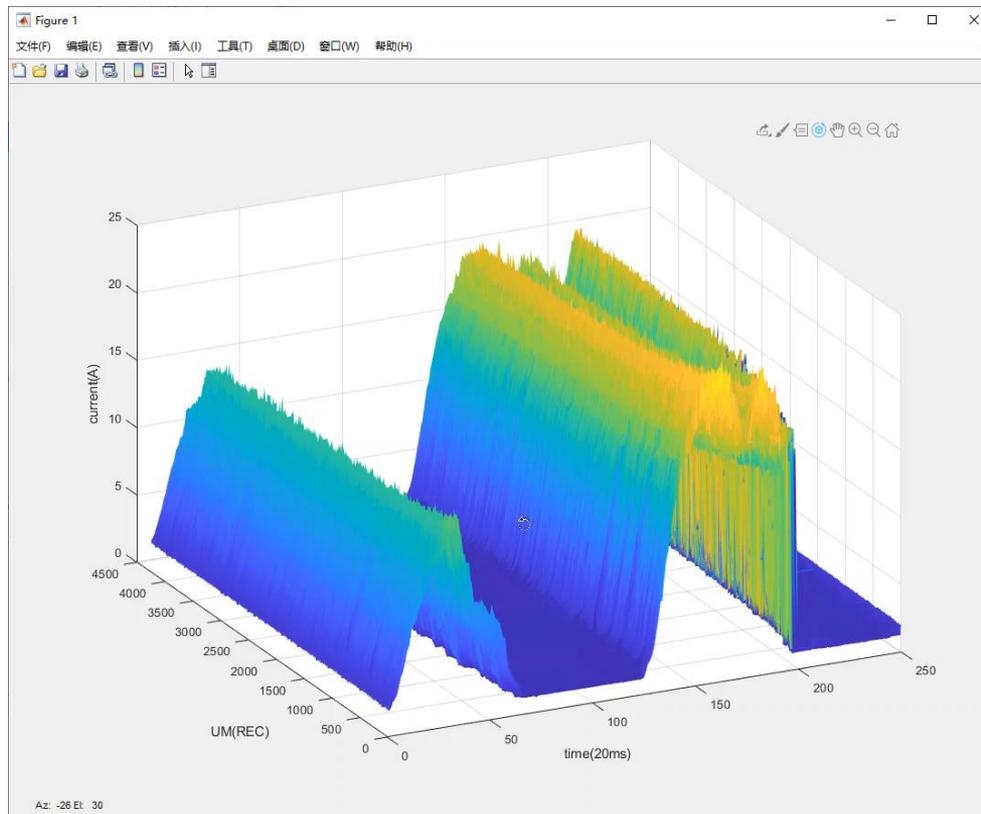
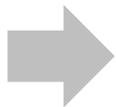
3-1, 电机传感



发生部位	故障类型	在线诊断	离线诊断
驱动器	元器件老化	电机 电流	专用仪器
电机	编码器失灵	电机 电流	
	绕组绝缘劣化	零相 电流	对地绝缘
	高温过热	电机 电流 温度	
减速机	刹车片磨损	刹车 电流	测量厚度
	轴承和齿轮磨损	电机 电流 振动	铁粉浓度
	润滑油问题	电机 电流 温度	油压计
负载	破损断裂	电机 电流 振动	
	物理干涉	电机 电流 振动	
	机械臂震颤	电机 电流 振动	
	生产节拍变动	电机 电流 振动	

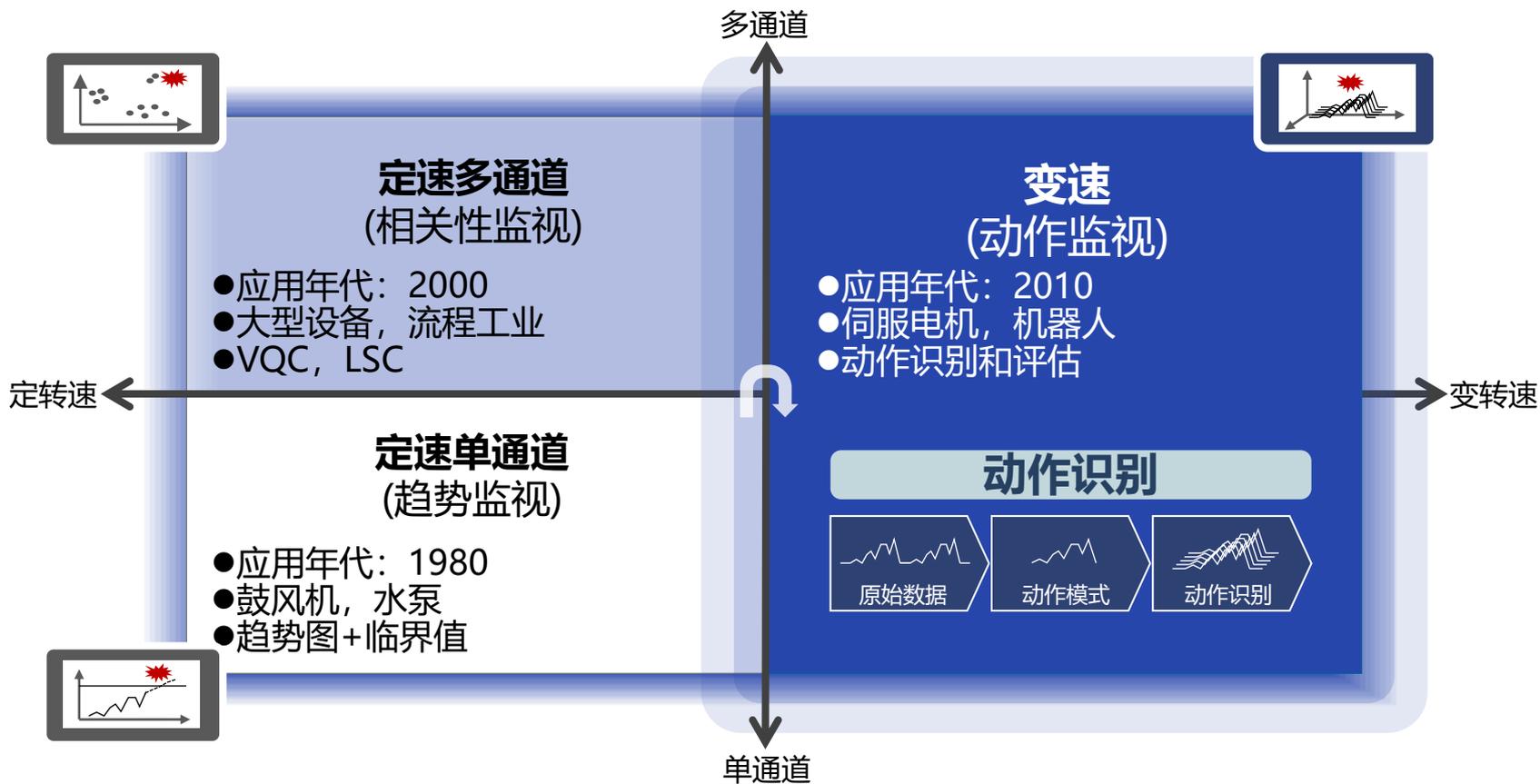


3-2, 动作识别



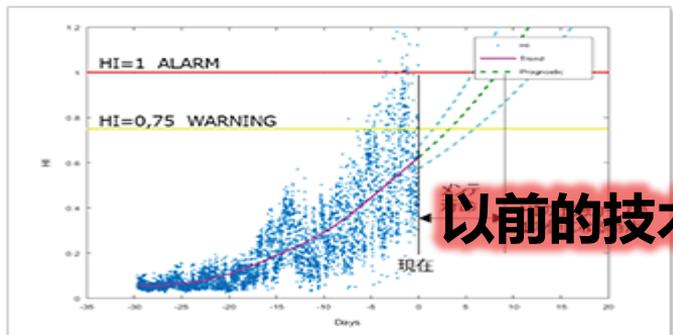
(MATLAB: surf图)

3-2, 动作识别: 故障预测的技术分类



3-2, 动作识别: 故障预测案例

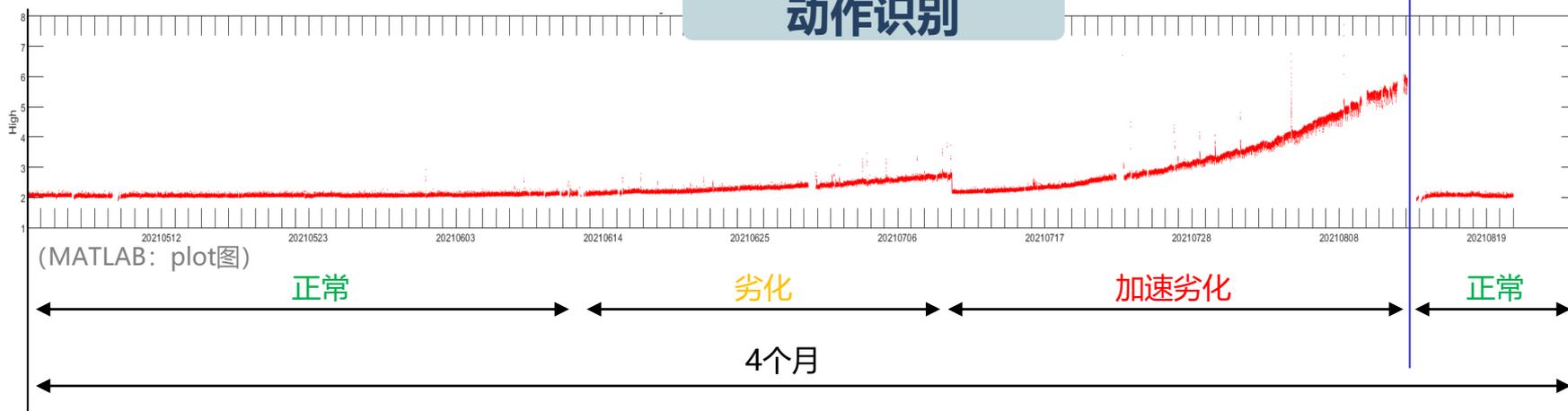
通过识别动作, 大幅提高故障检测精度, 增加预警时间



以前的技术



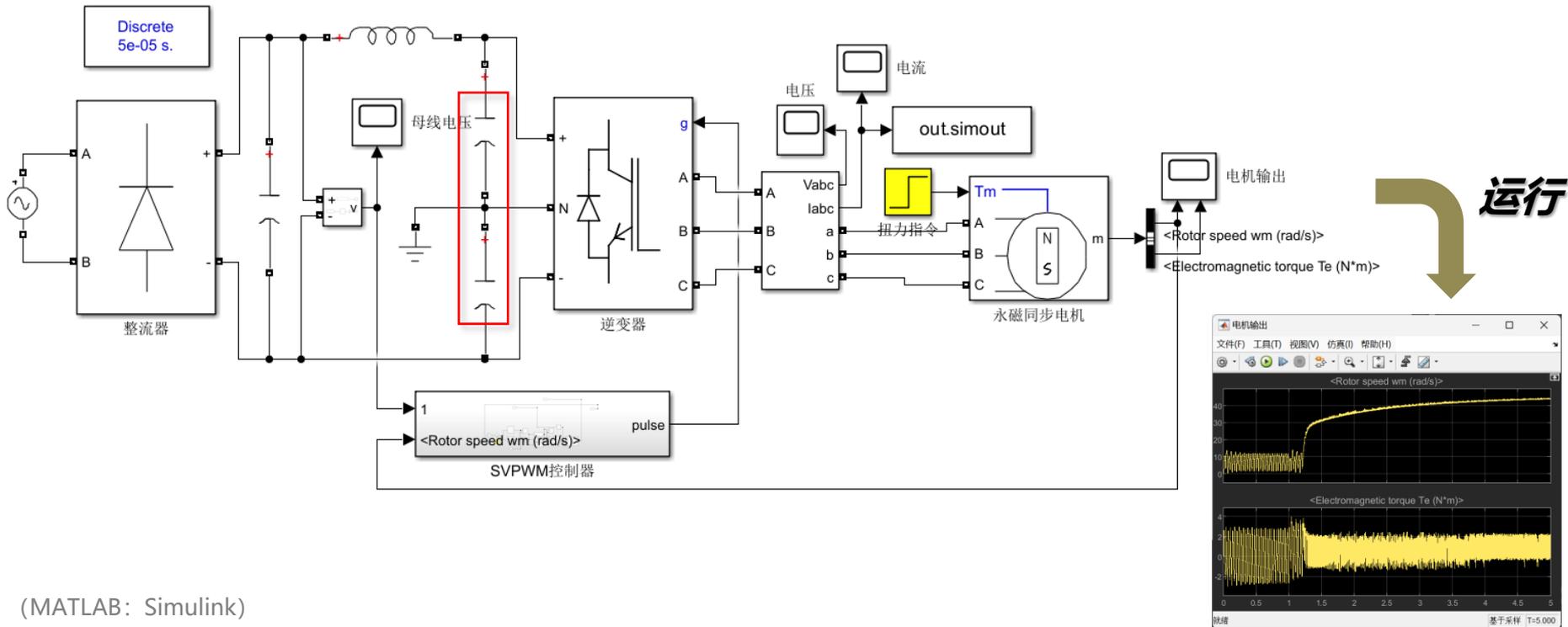
动作识别



更换
驱动器

使用Simulink建模, 模拟故障现象对电流的影响

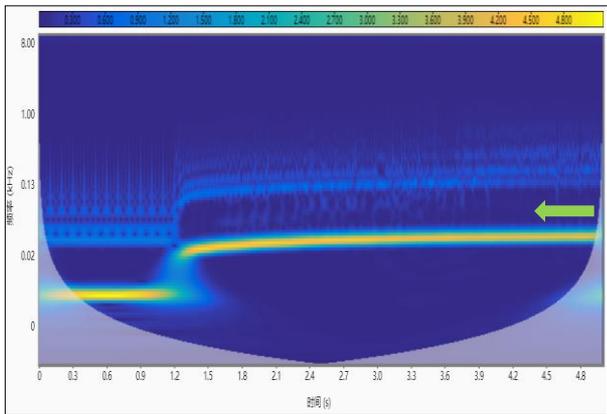
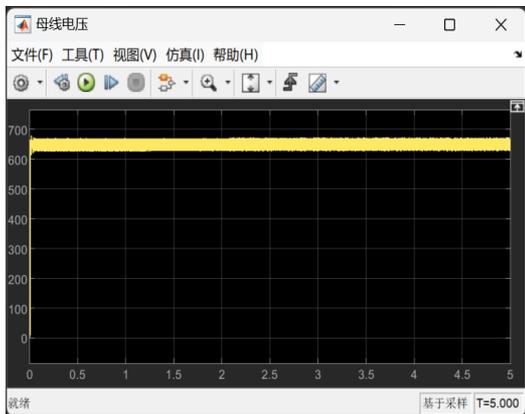
永磁同步电机及其驱动控制系统



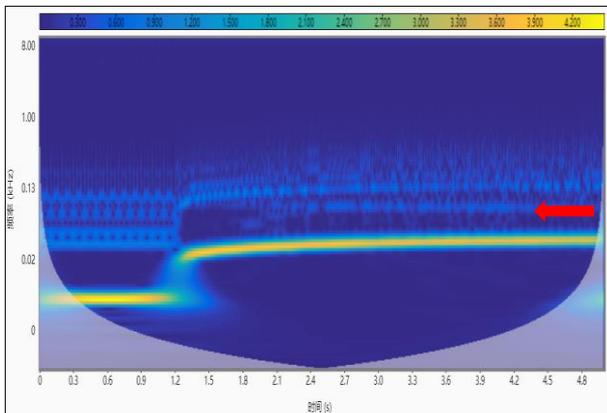
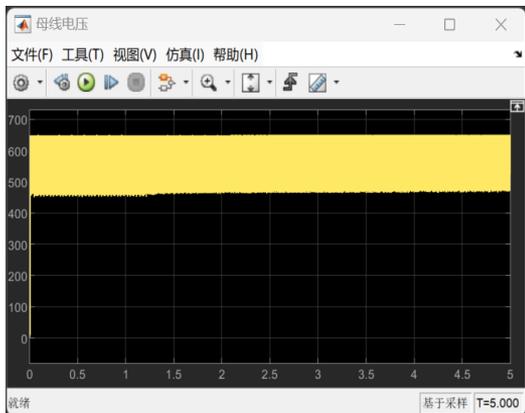
(MATLAB: Simulink)

3-3, 故障模拟: 电容量劣化对电流的影响

2300uF



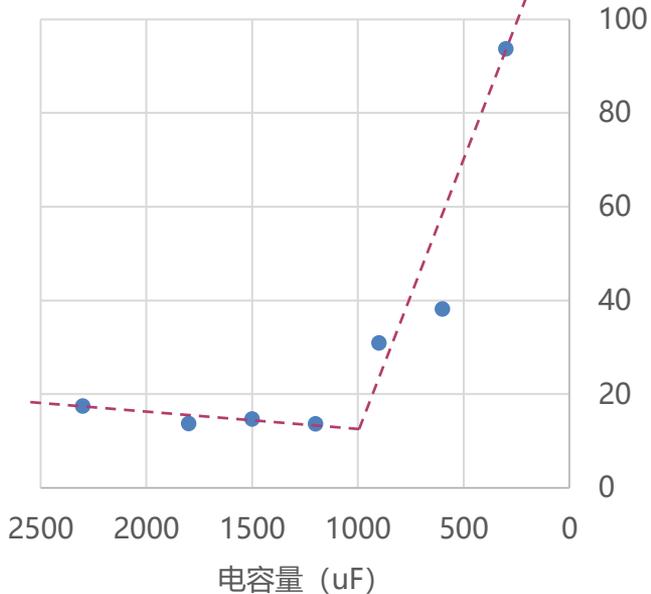
300uF



(MATLAB: Simulink→示波器)

(MATLAB: 信号分析器→尺度图)

谐波占比‰



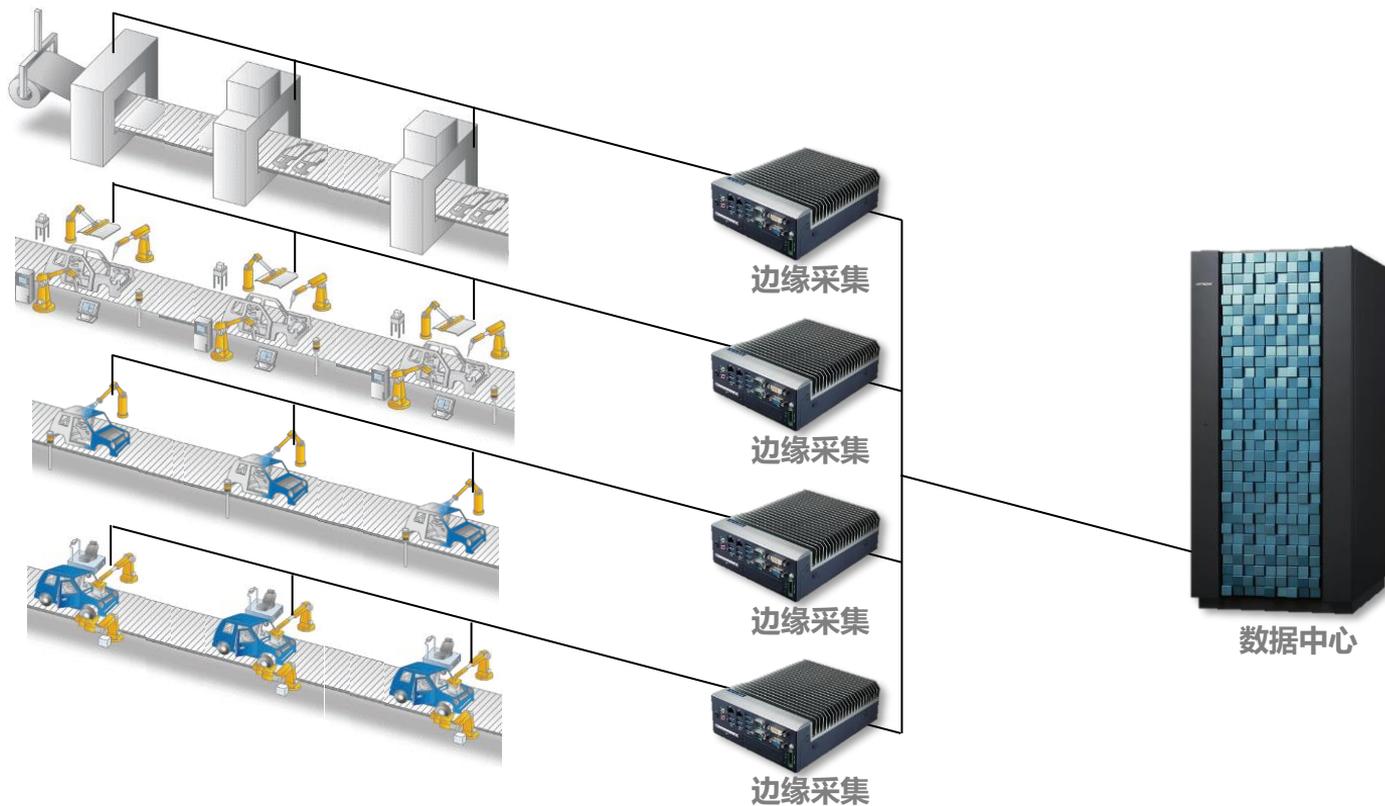
3-4, 部署方式: 在线

冲压车间

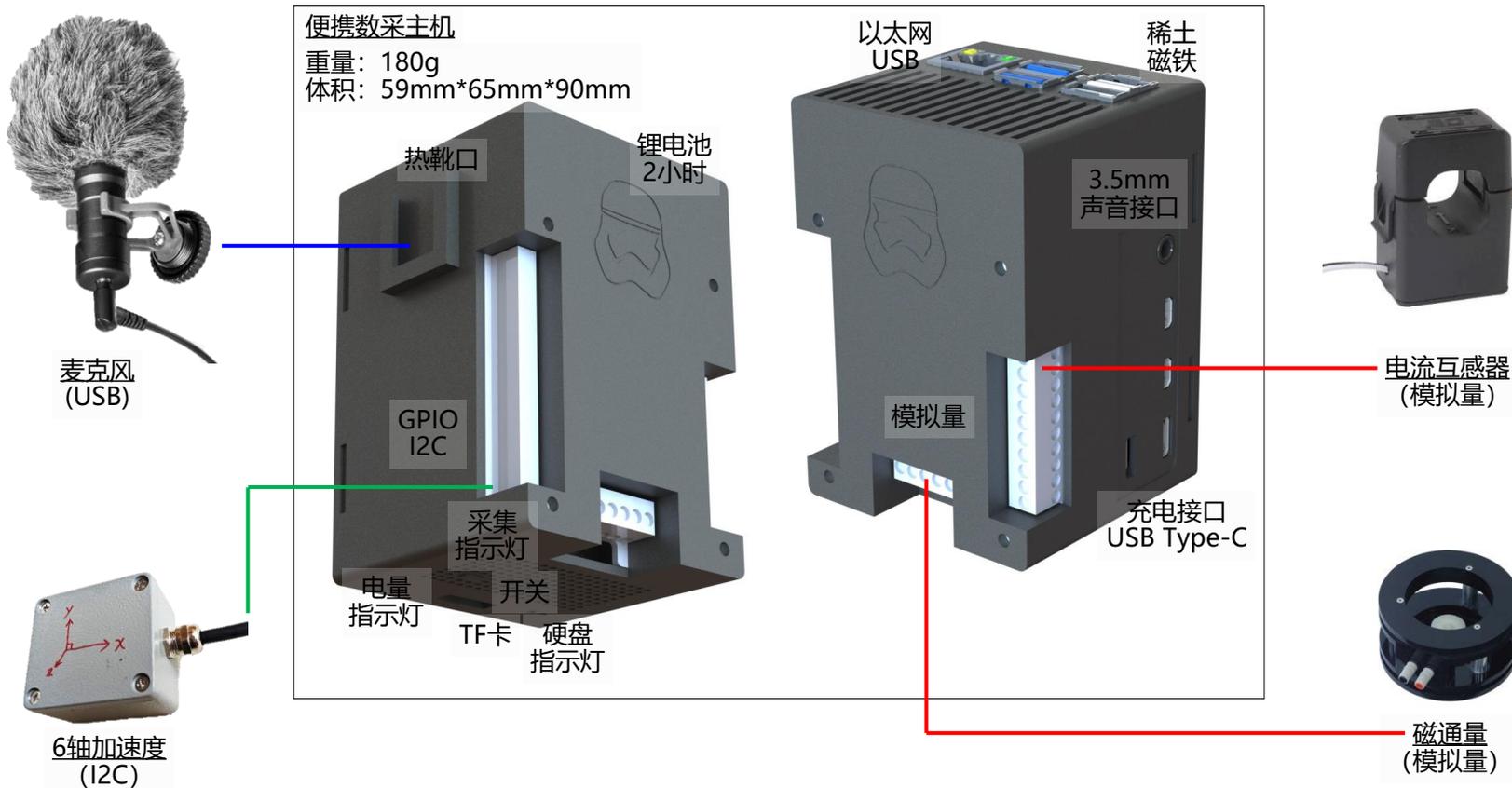
焊装车间

涂装车间

总装车间



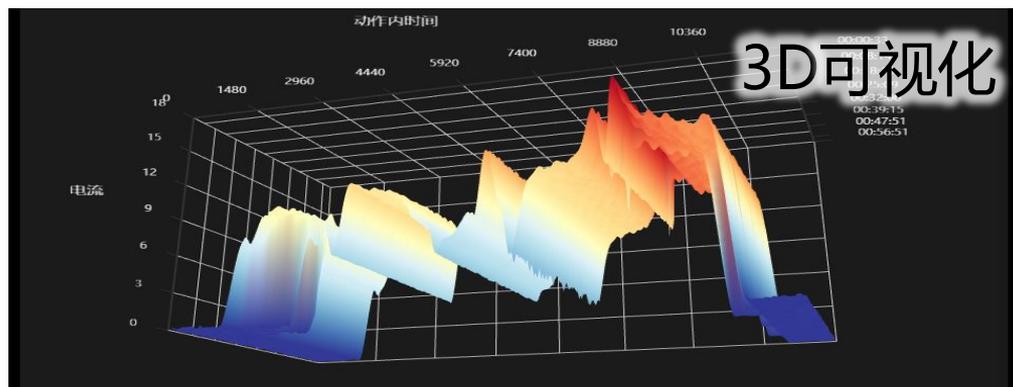
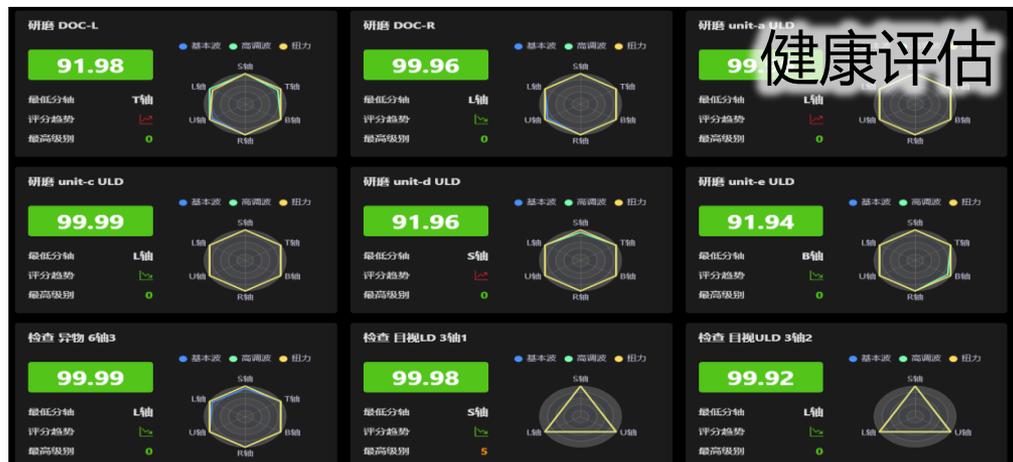
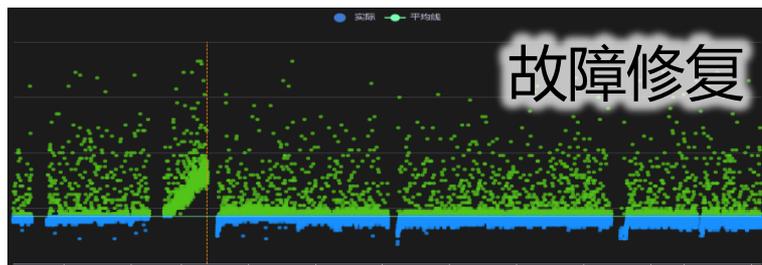
3-4, 部署方式: 便携



3-5, Hi-PHMS: 工业设备故障预诊断解决方案

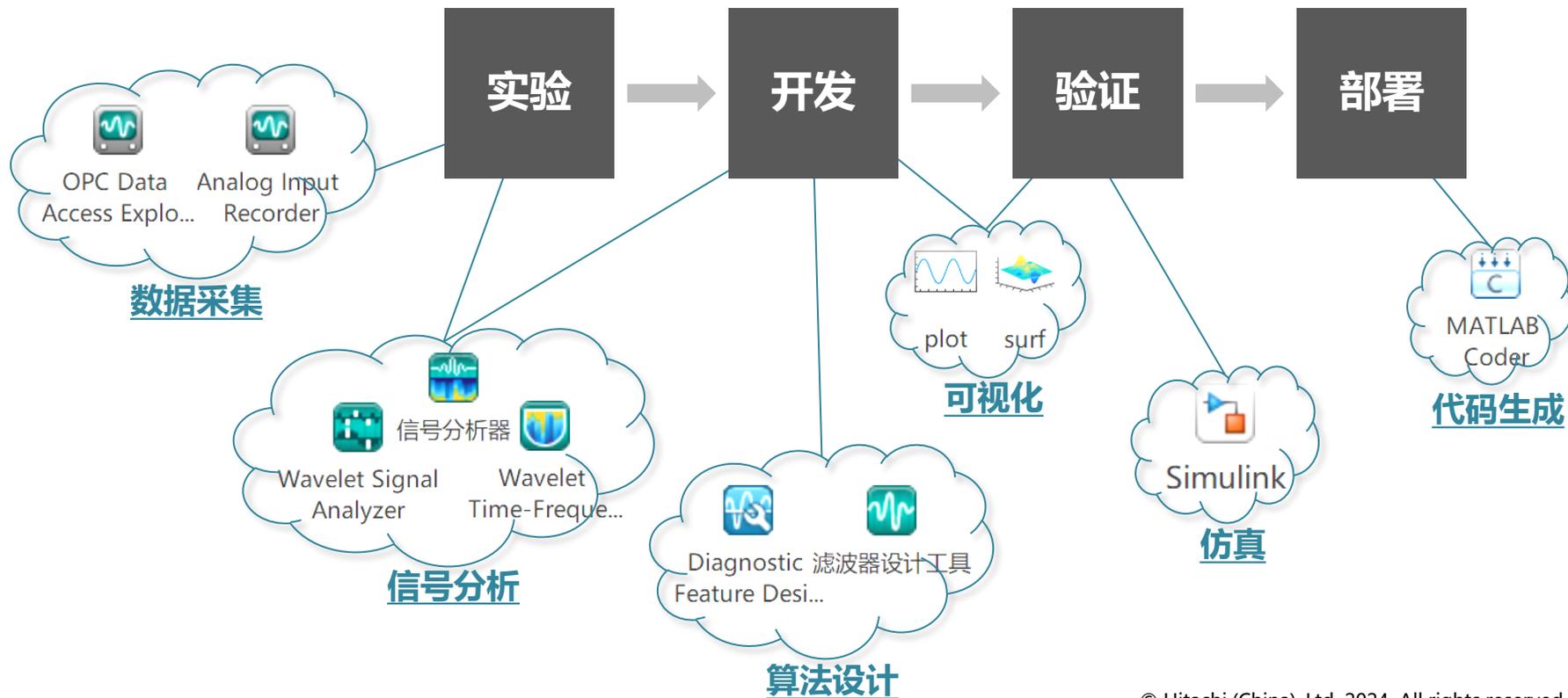


轴名	设备名称	品牌	日期	状态	详细数据	详细数据
01轴	4412, 磨磨 目视LD 3轴1	SKF	2022-07-21	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 54.91	建议立即安排检修
01轴	4412, 磨磨 目视LD 3轴1	SKF	2022-07-21	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 54.72	建议立即安排检修
01轴	4412, 磨磨 unit-1 ULD	SKF	2022-07-20	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 71.56	建议立即安排检修
01轴	4412, 磨磨 目视LD 3轴1	SKF	2022-07-20	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 69.45	建议立即安排检修
01轴	4411, 磨磨 unit-1 ULD	SKF	2022-07-19	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 74.84	建议立即安排检修
01轴	4411, 磨磨 unit-1 ULD	SKF	2022-07-19	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 81.35	建议立即安排检修
01轴	4412, 磨磨 目视LD 3轴1	SKF	2022-07-19	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 75.82	建议立即安排检修
01轴	4411, 磨磨 unit-1 ULD	SKF	2022-07-19	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 74.84	建议立即安排检修
01轴	4411, 磨磨 unit-1 ULD	SKF	2022-07-19	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 72.54	建议立即安排检修
01轴	4411, 磨磨 unit-1 ULD	SKF	2022-07-18	高磨损	高磨损中心检测轴径(轴径)轴径力(力)高磨损 评分: 72.81	建议立即安排检修



发生时间	顾客	设备	故障预测	异常现象确认	维修对策
23年7月	A厂	机器人	成功	机械臂振动加剧	更换L轴电机
23年8月	A厂	机器人	成功	机械臂振动	更换电机和减速机
23年9月	F厂	机器人	成功	机械臂干涉	更换L轴放大器
24年3月	A厂	机器人	成功	U轴异响	更换U轴放大器
24年4月	F厂	机器人	成功	T轴铁粉浓度超标	更换T轴减速机

以时序数据驱动，贯穿始终的研发平台



1. 针对制造业的故障预测课题，开发了：
 - ✓ 自由获取数据的电机传感技术；
 - ✓ 高精度监视伺服电机的动作识别技术；
 - ✓ 用于验证故障现象的Simulink模型；
 - ✓ 开发便携设备，实现在线+离线的灵活部署方案；并将上述功能整合为Hi-PHMS产品，贡献客户价值。
2. MATLAB的各项功能服务实验、开发、验证和部署的全过程，加速了产品研发：
 - ✓ 动作识别核心代码，一次开发跨平台生成，且不依赖开发平台；
 - ✓ 海量数据可视化的不二选择；
 - ✓ 电机系统故障模拟的唯一手段。

HITACHI
Inspire the Next 