

# 标题：智慧地铁系统规划与探索实践

单位：深圳市地铁集团有限公司

姓名：侯文军



1

前言

2

智慧地铁系统规划

3

智慧系统各模块介绍

4

结束语





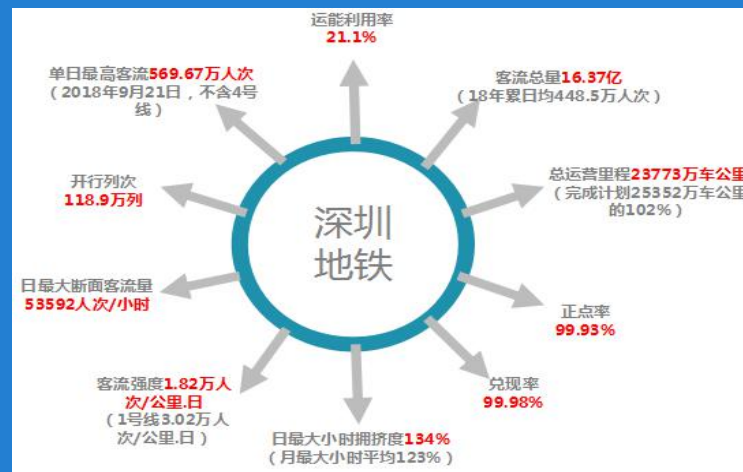
# 一、前言



## (一) 轨道交通黄金时期：深圳地铁网络化规模已形成，后续建设如火如荼

### 1. 网络化运营

- 深圳地铁运营长度为**276.7公里**，7条线路**265公里**，184个车站，28个换乘站，龙华有轨电车**11.7公里**。



2018年深圳地铁运营情况

### 2. 未来五年：年在建线路超300公里，年开通2条以上新线

- 包括**6、7、8、9、10、11共六条线路及延长线**，截至2020年全部建成后，我市轨道交通运营里程将超**400公里**。
- 将建**12、13、14、16共4条全自动运行系统新线**和2条延长线，共计**211公里**，115个车站。预计2025年四期工程完工后，深圳地铁共**18条**线路，通车里程将达到**643公里**，416个车站。
- 形成了集**国家铁路、城际铁路、地铁的“三铁融合”**轨道交通产业平台。



深圳地铁四期线路规划



Metro Trans

# 一、前言

## (二) 城市轨道交通运营发展面临的时代命题

### 核心使命

持续提升安全、便捷、高效、绿色和经济的“位移+”服务



“轨道+”战略  
经营地铁  
服务城市



### 轨道上的城市

融入湾区建设，智慧交通  
助力智慧城市建设

- 数字化转型，信息化加速、工业化融合
- 产业互联网推动行业创新

### 可持续发展

成本控制与经营能力

- 全寿命周期运营投入是建设的3-4倍
- 解决“建得起，用不起”问题





Metro Trans

# 一、前言



## (三) 运营模式、维保模式、管理模式变革的时代已经到来

### 全系统的提升-全自动运行

- ✓ 装备可靠性提升：部件与系统。
- ✓ 系统效率提升：专业更加融合，物理与逻辑接口减少。
- ✓ 对非自动运行线路提升提供思路。

### 轨道场景与新技术的融合

- ✓ 无线传输、检测技术、大数据分析成为可能，将促使轨道交通自动化、信息化、数字化、智能化变革。
- ✓ 从互联网到物联网，再到智慧化，实现万物感知、万物互联、万物智能。
- ✓ 前端越来越简单，后端越来越复杂。

### 人的智慧-精益管理

- ✓ 强调消除浪费、追求价值最大化，强调效率效益。
- ✓ 道法自然、流程驱动、节拍化生产、全员改善。
- ✓ 作业流程化、流程标准化、标准表单化、表单信息化、信息智能化。
- ✓ 精益管理是智慧系统的基础和有效支撑。



Metro Trans

# 二、智慧地铁系统规划



## (一) 智慧系统框架

- 统一规划，建设运营统一智慧平台，承载智慧运维、智慧出行、智慧车站、智慧段厂、智慧行车、智慧调度、智慧经营等生产经营管理的智慧系统。未来接入“地铁大脑”系统（含智慧建设、智慧商圈等）。
- 智慧系统特点：跨专业、跨系统、跨功能、整合联动。

### 运营智慧系统架构



- 需求驱动、大数据驱动。
- 依托设备原供应商，共享数据、倒逼产业升级
- 以技术突破促生产关系改变

- 汇聚、清洗、分析数据。
- 互联互通、相互调用
- 物联网感知、边缘计算

- 统一规划，搭建5大信息基础平台。
- 以资产管理系统为核心，打造智慧平台群



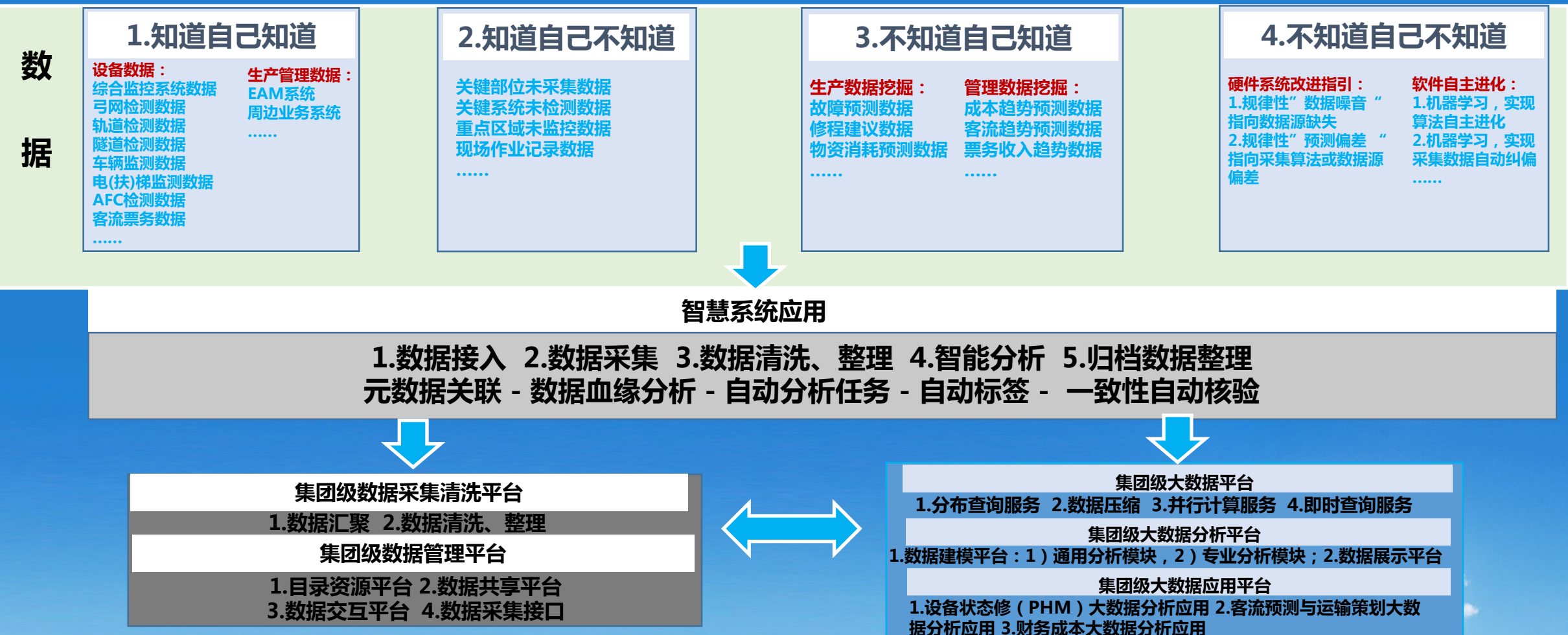
Metro Trans

# 二、智慧地铁系统规划



## (二) 智慧系统基础——数字化转型升级

- 云技术为运营全系统集成提供可能，云存储将聚合运营各专业系统数据，通过大数据分析，深挖数据价值。



**数据管理能力是企业核心竞争力：**需要什么数据？从哪获取数据？如何共享打通？如何云化？如何分析？海量数据如何产生价值？

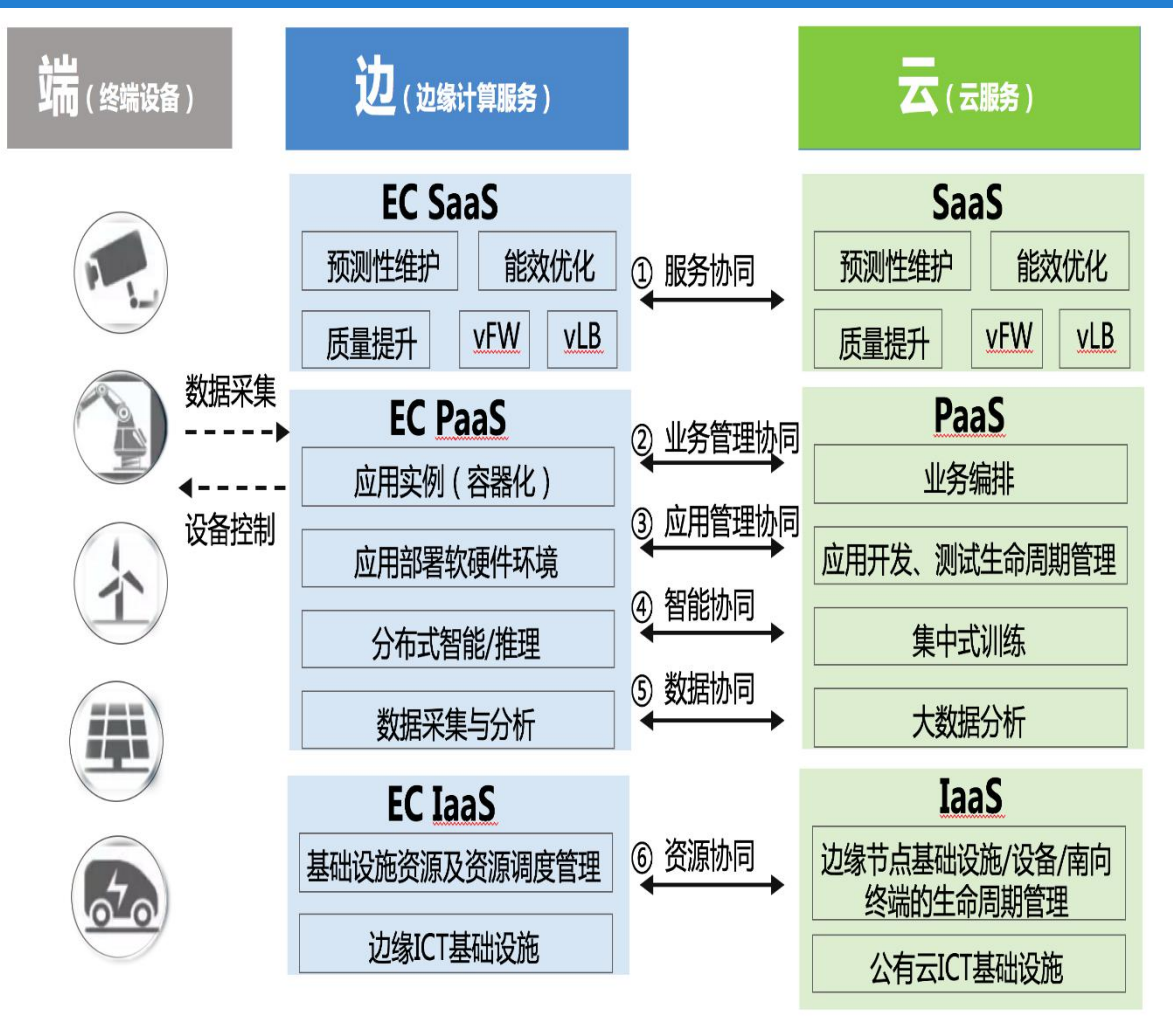


# 二、智慧地铁系统规划



Metro Trans

## (三) 智慧系统：云、边、端一体化协同，边缘云和边缘智能

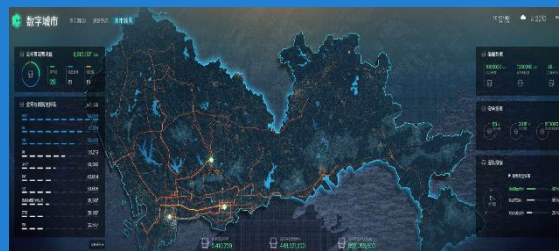


- 平台稳定化
- 服务在线化
- 展示集中化

- 操作自动化
- 感知敏捷化
- 决策智能化



### 运营集团级智慧平台



- 线网展示
- 线路展示
- 三维车站展示
- 三维车辆展示

### 中心级智慧平台



- 客运
- 车辆
- 通号
- 维修
- 票务

### 现场级智慧平台



- 车控室
- OCC
- DCC
- 生产班组
- .....





Metro Trans

# 二、智慧地铁系统规划



## (四) 智慧系统标准和规范——实现价值最大化

- 理清已建及在建系统之间关系。
- 建立一套实现信息互联、数据共享、业务协同，以及消除数据孤岛和避免重复建设的标准与规范。



深圳地铁运营智慧系统管理流程



# 三、智慧系统各模块介绍

Metro Trans

## (一) 智慧运维：实现设备状态修和全寿命周期管理

1. 建立地铁运营智能化感知体系，实现一线维修设备状态诊断评估自动化，最终实现基于健康管理的高水平的状态修。
2. 建立智能化、集中化的作业流水线实现二线维修的自动化生产，由劳动密集型向技术密集型转变。

### 故障维修

事后维修、  
安全质量不可控  
生产组织不可控



### 计划维修

次数频繁  
停时长  
工作量大  
可靠性有限  
全寿命成本高  
设备运用率低



### 状态修

- 提高设备利用率和生产效率
- 降低设备维修费用
- 降低设备全寿命周期成本
- 预报故障的发生时间和起因
- 消除设备已有故障诱发的二次损坏

一线维修

痛点：人工成本高



### 自动化、智能化、集中化

- 优化工艺流程
- 提升生产效率
- 减少人力、降低劳动强度
- 实现防呆防错
- 具备信息和质量追溯能力

二线维修

痛点：寿命和判废标准

### 以人力为主的分散维修模式



劳动强度大  
效率低  
易产生人为质量事件  
工艺连续性差  
智能化水平低



# 三、智慧系统各模块介绍

Metro Trans

## (一) 智慧运维：实现设备状态修和全寿命周期管理

3. 借鉴航空经验，引入RCM，与健康管理相结合，建立以数据驱动的针对性维保策略，优化修程修制，降低维修成本。

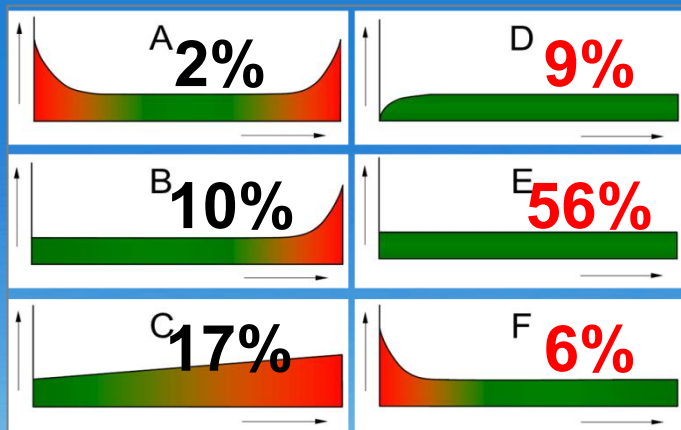
要不要修？

什么时候修？

怎么修？

传统维保: 定时修，过修严重

- 认为缩短维修间隔和加强维修深度，可提高设备可靠性。
- 但70%的部件没有可靠性拐点。

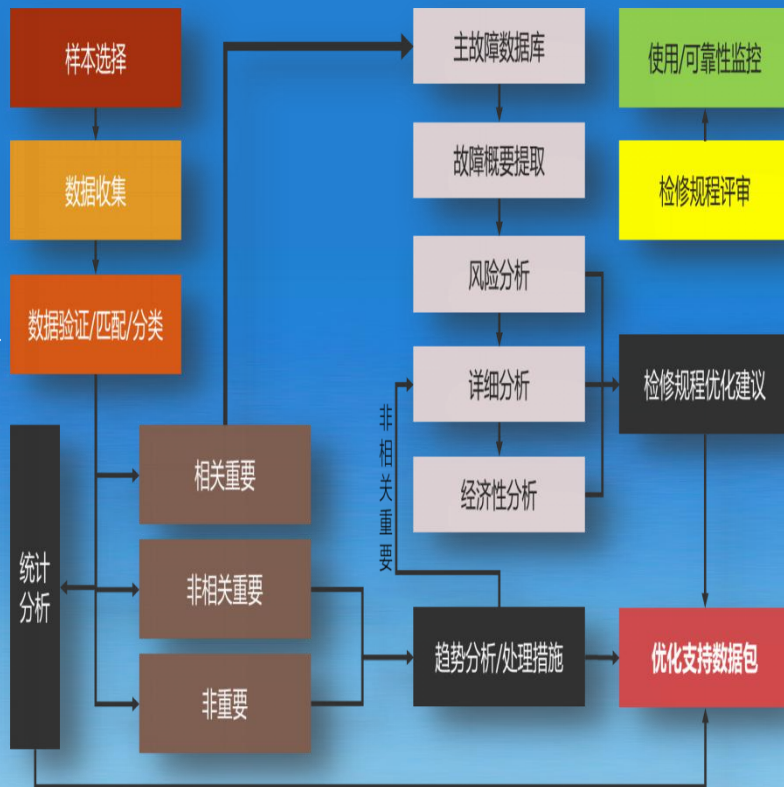


列车部件可靠性曲线

数据来源: 国际标准IEC

60300-3-11

海量运维数据



RCM: 寻找可靠性与经济性的最佳平衡点

### RCM分析

减少或重新定义既有修程中的检修项目，并确定更合理的检修间隔。

### 检修规程优化

基于运维数据收集与分析，持续优化检修规程。

### 可靠性管理

通过可靠性管理，持续监控与评估检修规程应用效果，促进修程、工艺、设计等全面改进。



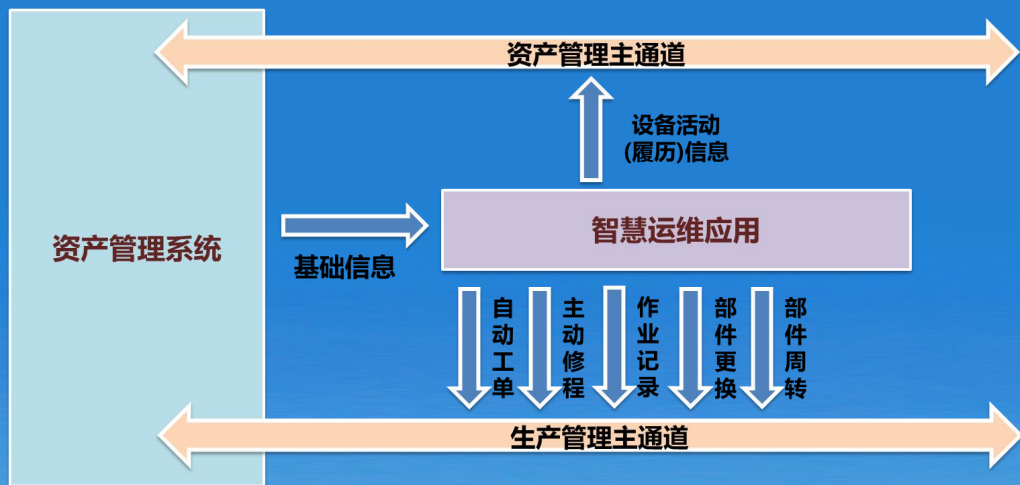
# 三、智慧系统各模块介绍

## Metro Trans (一) 智慧运维：实现设备状态修和全寿命周期管理

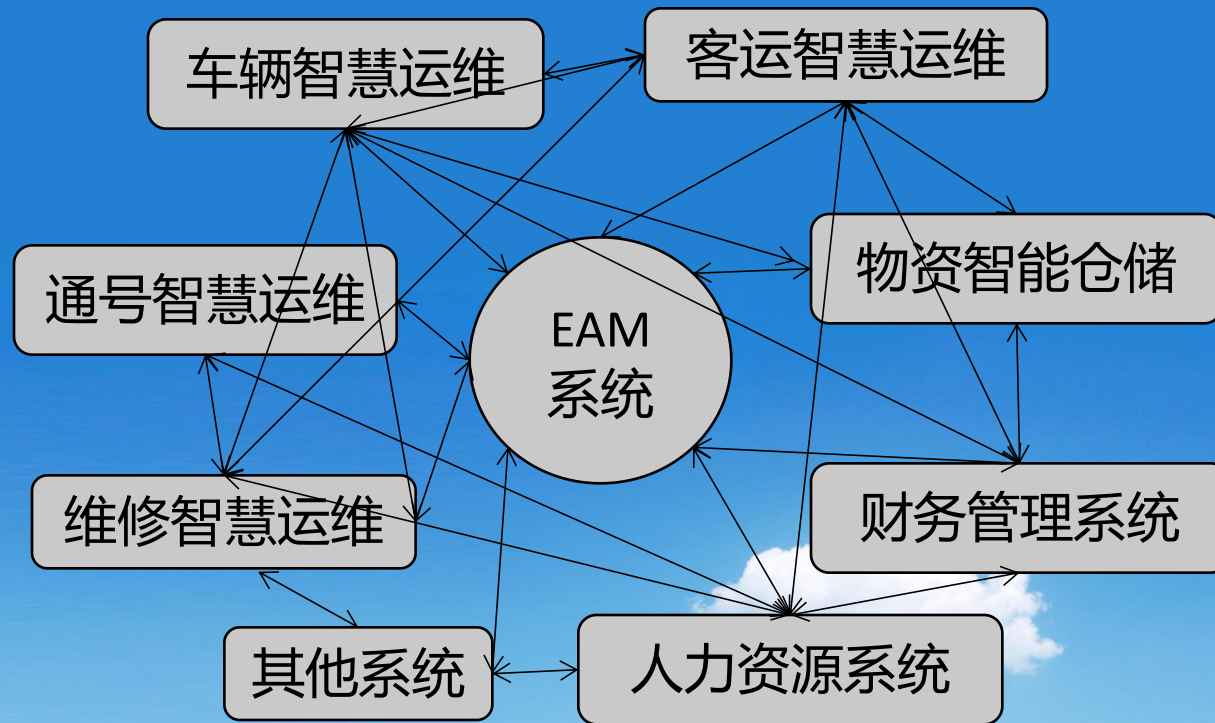
### 4. 整体统一规划，实施尽量集中，以EAM为核心，打造智慧平台群

推进EAM互联网+升级，搭建以EAM系统为核心智慧应用群，打通各信息孤岛，实现各专业数据互联互通和业务主动关联。

### 生产流程IT管控模式



以资产管理系统为核心，保持核心基础数据和生产数据唯一性和延续性，作为资产管理、生产流程的主通道。通过工单主线串联设备修程、维修作业、工时管理及物资管理。



# 三、智慧系统各模块介绍

## Metro Trans (一) 智慧运维：实现设备状态修和全寿命周期管理

51个项目集

### 5.三大发展方向

#### 智慧检测：

建立深圳地铁全感知体系，实现人员行为、设备趋势分析及预测，提升运营生产和服务水平。

#### 健康管理：

构建专家系统，在设备状态趋势分析基础上，实现设备主动运维管理，具备故障预判、寿命预警功能，主动指导维修。

#### 智慧检修：

人机器化向机器人化过渡。通过人员轨迹监控、作业过程指导，实现人工作业标准化。研究图像异常诊断技术应用，探索用机器辅助指导重复、不稳定的人工作业。

#### 车辆专业

智慧检测	基于超宽带技术的地铁列车主动安全防护系统
	地铁列车智慧监测系统研究应用
	地铁列车基于声学诊断的轨旁监测系统 工程车行车监控系统科研项目
健康管理	地铁列车智慧运维平台
	智慧地铁列车及健康管理研究项目
智慧检修	列车图像模糊分析系统科研项目
	车辆检修标准化作业监控系统项目
	架大修自动化生产线 架大修“智能工厂”规划

#### 维修专业

智慧检测	隧道内弓网、轨道巡检系统升级改造实现综合智能检测项目
	基于地铁列车走行部检测技术研究轨道波磨、道岔冲击的可行性研究
健康管理	基于物联网的设备维修智能管理系统
智慧巡检	隧道限界及视频巡检系统
	车站变电所智能巡检系统应用

#### 通号专业

智慧检测	基于完善设备监控的研究
	基于图像识别智能行为分析应用于设备管理的研究
健康管理	信号微机监测系统
	信号道岔健康管理系统
智慧检修	基于设备巡检系统项目研究
	基于智慧调度指挥系统项目研究

#### 客运和行车专业

智慧检测	车站电气火灾智慧监测项目
	车站给排水系统智慧监测项目
健康管理	运维管理系统与AFC云管理平台整合的研究应用
	智能环控系统
	综合监控系统健康管理功能项目
智慧检修	乘务关键岗位行为监测和应急支援项目
	车站智慧巡检项目





# 三、智慧系统各模块介绍

## MetroTrans (二) 智慧出行：客户导向，提升乘客出行体验

### 1. 站厅服务提升

- 自助客服设备
- 智能边门
- TVM服务方式调整
- 站厅智能机器人
- 智能卫生间



### 3. 乘坐感受提升

- 列车拥挤度智能显示
- 乘客感受自动调节  
( 车站温湿、列车空调自动适配客流 )
- 智能动态地图显示

### 2. 出行规划服务提升

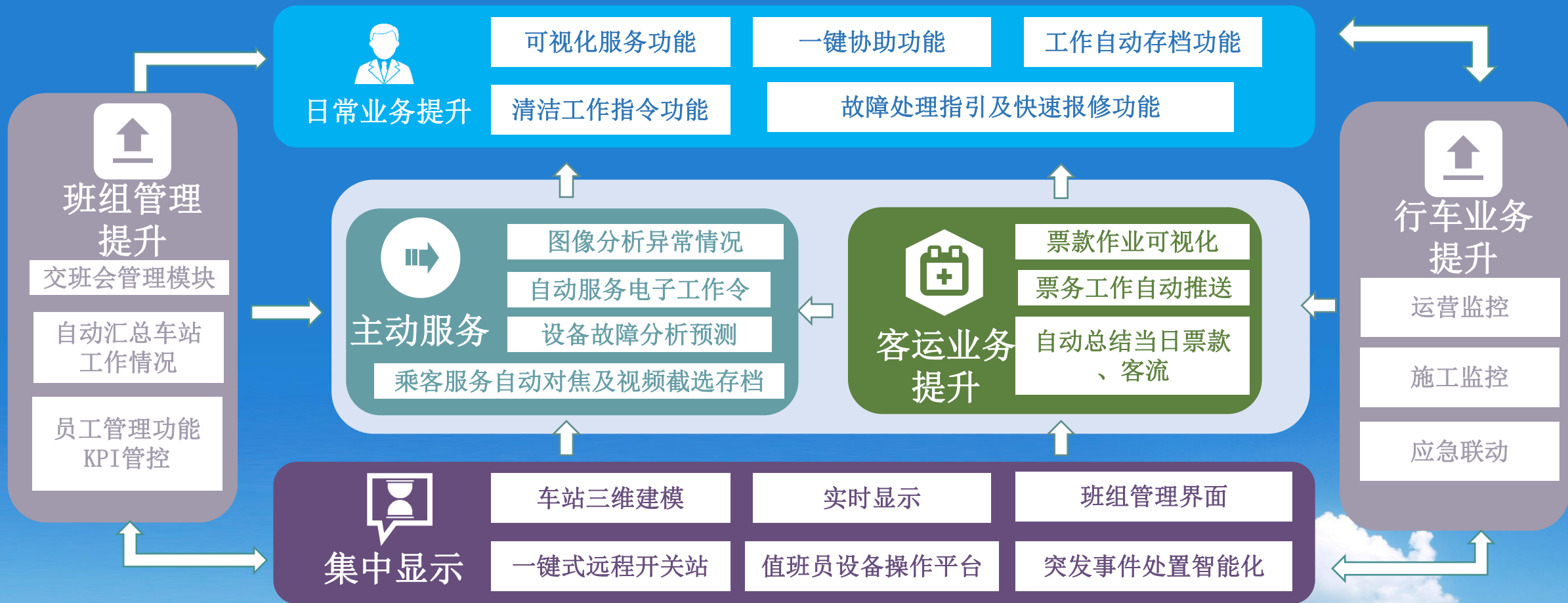
- 运营信息智能发布
- 导航地图发布APP
- 手机自动报站
- 特殊乘客一键式服务
- 运营与商业、公益互动





# 三、智慧系统各模块介绍

## MetroTrans (三) 智慧车站：车站及客运管理新抓手





# 三、智慧系统各模块介绍

Metro Trans

## (四) 智慧行车：自动化、绿色节能及智能化

### 智能客流分析与预测

视频采集、智能算法和大数据分析

### 智能编图

基于客流实时和历史数据、潮汐数据、线路特点、供车能力、线网接驳站对接需求等的智能分析。

### 车辆智能学习自动对标

使信号系统能通过智能学习，实现自动对标，减少车辆冲标、对标不到位情况



### 灵活调节列车旅行速度

根据客流的高平峰，智能自动切换列车速度。

### 同一供电分区牵引制动衔接节能运行

灵活动态调整列车进出站牵引和制动，最大化利用再生制动，节约牵引能耗。

### 车辆自检及异常自行处理的研究

基于无人驾驶，安全确认、异常处置、进路瞭望等转入后台，简单故障自动切换备用模式。





# 三、智慧系统各模块介绍



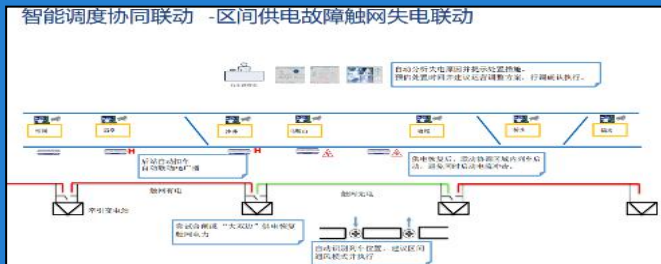
Metro Trans

## (五) 智慧调度:实现应急场景全局化、专业联动一体化、处理智能化

三大特点

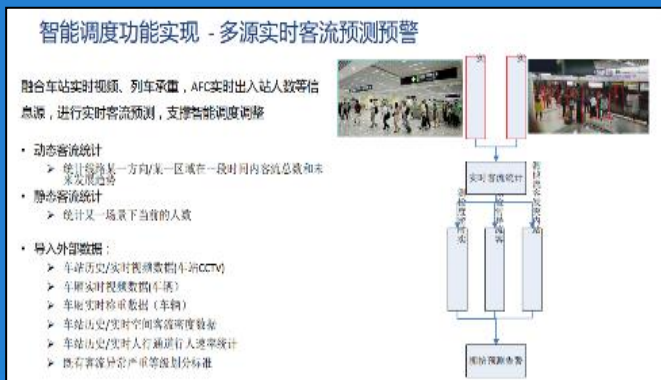
从单一调度指挥向联合联动转变

- 基于无人驾驶，调度管控界面集中显示
- 区间供电联动系统：接触网失电联动



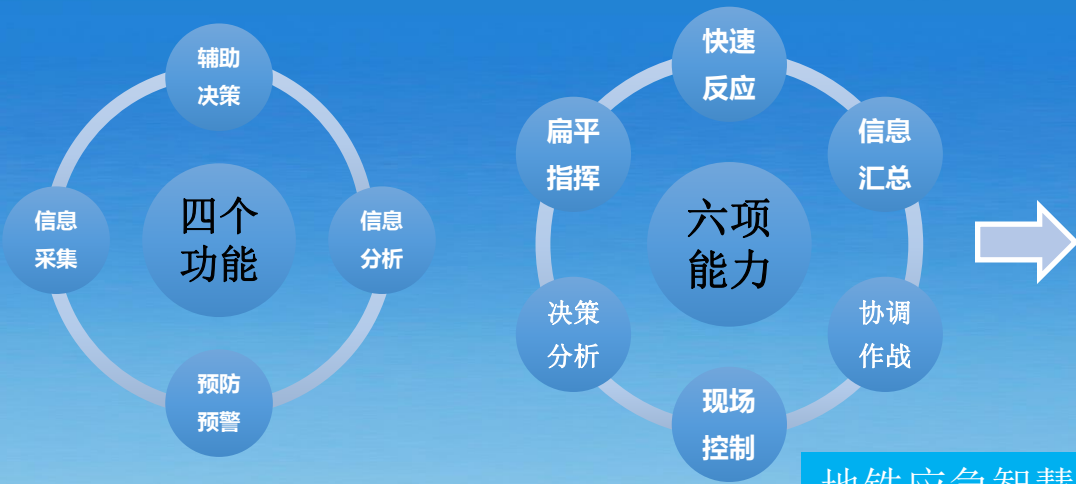
从人工调度向智能调度转变

- 应急调度系统：基于历史数据，实时采集与模型预测，识别突发客流和故障事件。“信息汇总、快速反应、协调作战、扁平指挥、智能辅助决策”。
- H5移动终端：实现应急处置人员的有效管控，含信息通报、任务派发、监控、反馈等。



从被动发现向主动预警转变

➤ 多源实时客流预测预警系统



未受理任务	已受理任务	已完成任务
防汛警告 1	1级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	
防汛警告 2	2级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	
防汛警告 3	3级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	
防汛警告 4	4级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	
防汛警告 5	5级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	
防汛警告 6	6级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	
防汛警告 7	7级 2019-06-10 22:13:09 竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!竹子林进水!	



地铁应急智慧系统

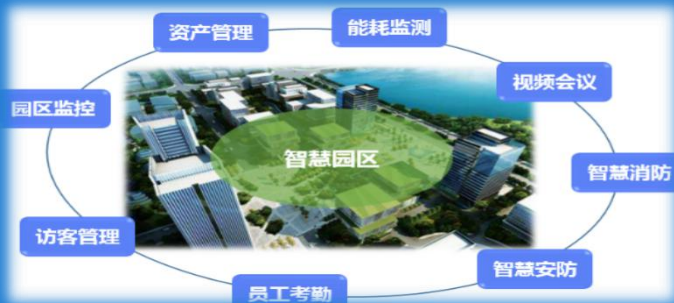


# 三、智慧系统各模块介绍

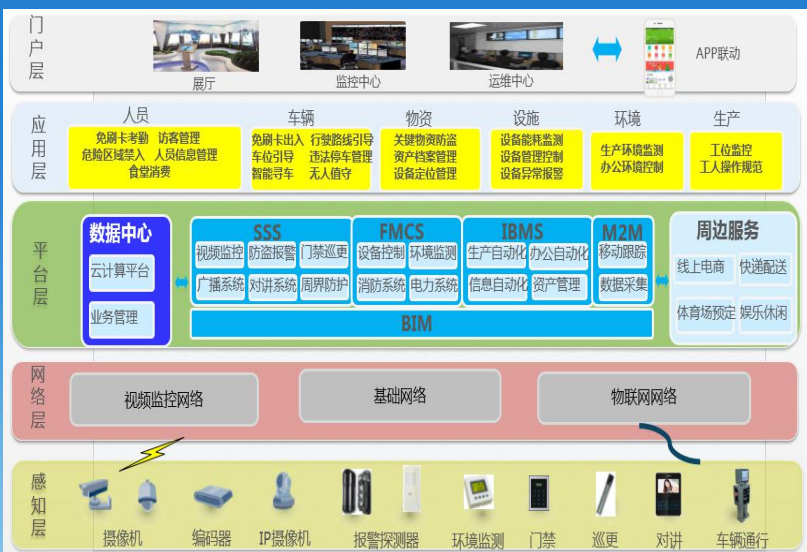
Metro Trans

## (六) 智慧段厂：集成一体化运作、数字智能化生产

### 智慧园区



### 信息化、自动化、人性化



### 智能工厂



### 围绕环保、安全、质量、效率等维修生产痛点问题

### 基于全自动运行的轨行区管理



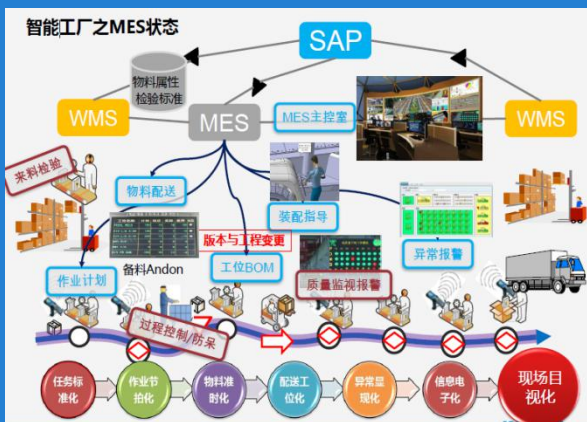
### 作业数字化、执行自动化、管理现代化、决策智能化

- 自动化程度高**
  - 列车出入段场、调车、洗车自动化
  - 自动采集轮对/车门等设备运行里程及记录, 生成检修计划
  - 作业过程自动记录和统计报表生成
  - 出车前列车健康评估, 自动化备车选择
- 多专业联动**
  - 供电、消防、安防门禁、广播、CCTV与车场作业联动
  - 多项作业冲突自动识别
  - 车辆/车载数据自动下载及分析
  - 调度管理与作业执行自动衔接
- 管理数字化**
  - 实时监控生产指标及预警
  - 覆盖全流程的作业信息化、可视化

# 三、智慧系统各模块介绍

## Metro Trans (六) 智慧段厂：集成一体化运作、数字智能化生产

- 车辆架大修基地由“小作坊”向现代化、自动化、数字化、无尘化、柔性化智能工厂转变。
- 人机器化-机器人化，劳动密集-技术密集。



MES系统建设



智能物流

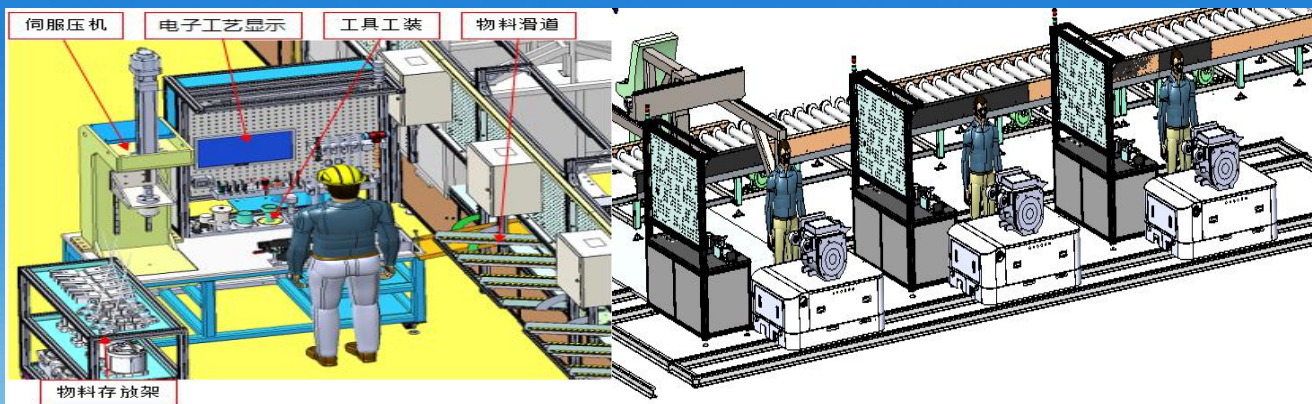
智能助力机械臂

无线智能扭矩系统

智能吹扫系

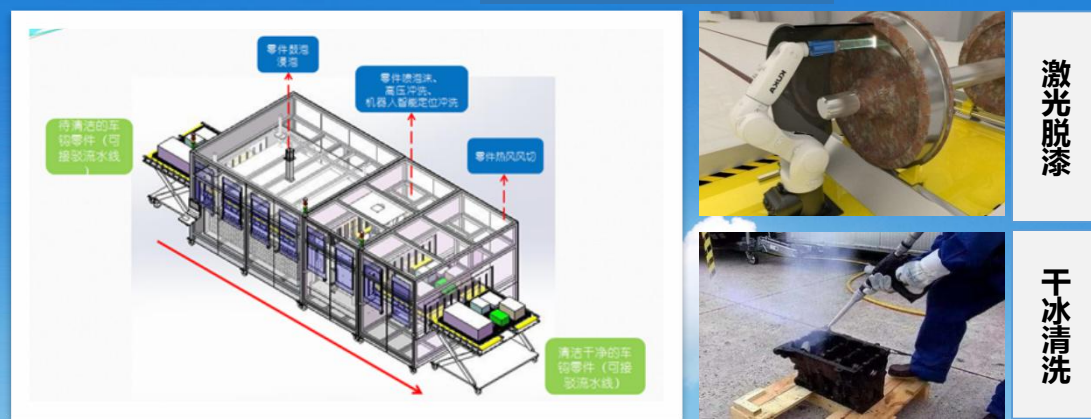
基于麦克纳姆轮的  
全方位运动设备

架大修智能装备



制动机维修流水线

牵引电机维修流水线



架大修清洗中心布局



# 三、智慧系统各模块介绍

## Metro Trans (七) 智慧经营:智慧地铁的“魂”，所有智慧应用的过程与目标都将导向于“它”

智慧经营是一种体系创新，综合了管理创新、技术创新以及管理和技术融合带来的模式创新

### 三大特点：

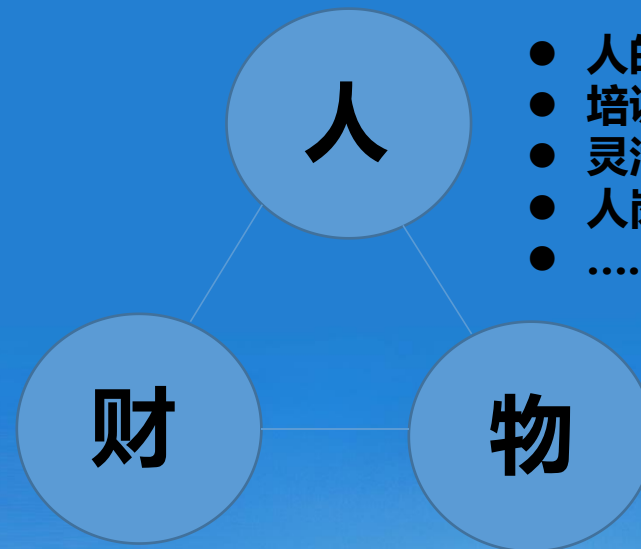
1.跨组织协同：跨组织的沟通、跨组织的共享、跨组织的工作流，

实现企业运营流程再造；

2.经营行为都将被数据化：企业信息的数字化分析和数字可视化展示，将成为管理层的“千里眼”和“智囊团”。

3.智能财务：颠覆传统财务管理，完全嵌入企业经营，成为企业的绩效分析师、价值中心和神经中枢。

- 人财物的柔性高效配置
- 指导经营策略和发展战略制定



- 人的行为管理
- 培训成本优化
- 灵活用工模式
- 人岗智能匹配
- .....

### 第一阶段：数据流打通整合

- EAM为核心
- 与成本、合约、指标、人力等系统打通
- 与各智慧平台打通



### 第二阶段：引入标准模型

- 特定模型：如委外分析、人力配置等。
- 以标准模型和数据分析，辅助智能化决策。

- 报表可视化、个性化、实时化
- 财务透彻分析
- 资产全寿命成本预测
- .....

- 生产水位管理
- 采购和合约信息化
- 智能物流与供应链
- .....



- 1.智慧地铁是一项系统工程，需要顶层设计，统筹规划，平台先行。
- 2.智慧地铁带来的是全系统、全专业的理念，将促进内外部生态的不断优化。
- 3.智慧地铁是一个共同梦想，需要需求驱动、用户主导、厂家落地、共建生态。





谢谢！  
THANKS！

