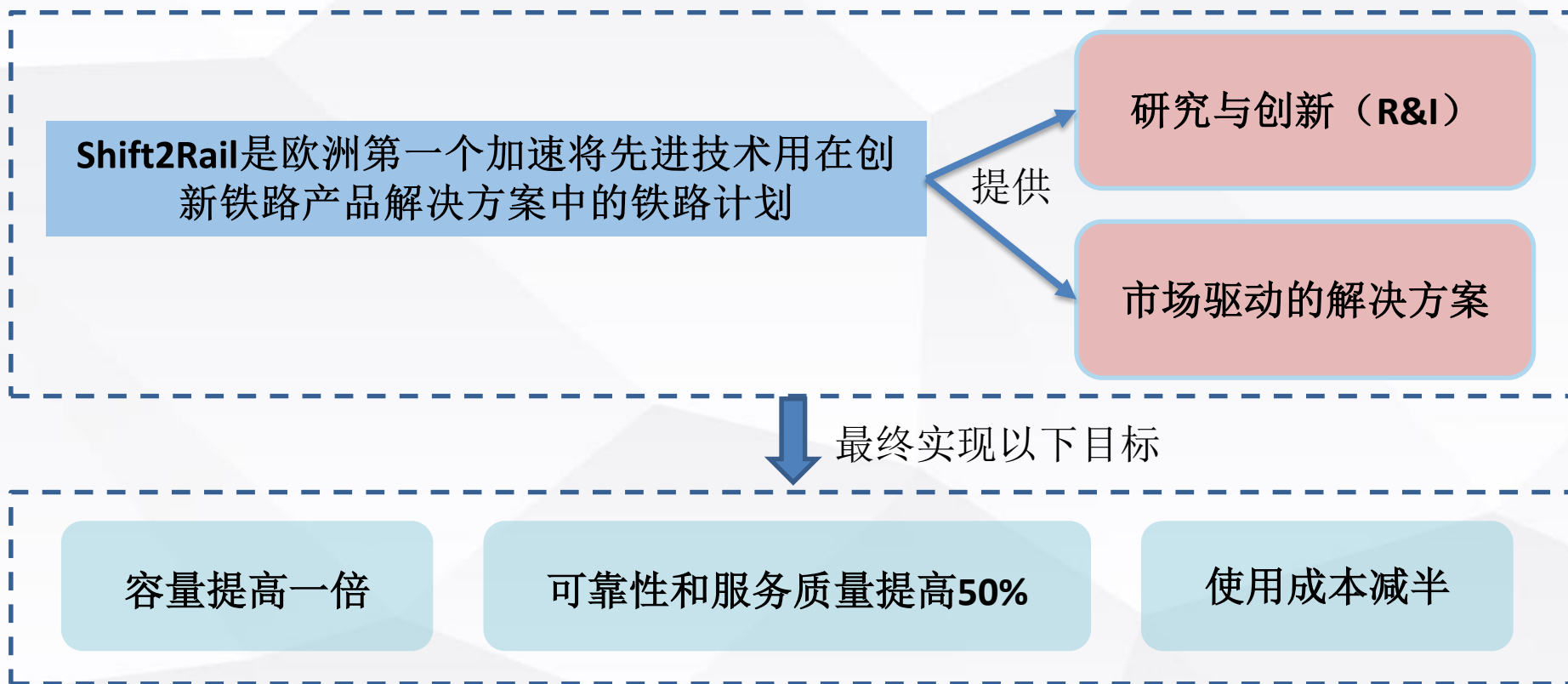


Shift2Rail IPX
FUTURE RAIL 2050
未来铁路2050

交控科技

2022年01月06日

1. IPX, In2Rail 和Future Rail 2050
2. Future Rail 2050 的研究内容
3. In2Rail - 未来轨道交通预测场景及算法研究
4. 总结



1. 应对亚洲市场进入者的成本低产品力强的挑战，提高铁路行业的竞争优势

2. 引入新的市场前景并提供重要的就业和出口机会

3. 克服目前欧盟铁路市场的一些缺点，大幅降低基础设施和运营成本，减少政府补贴支出

4. 乘客和货运服务可靠性和质量的极大改善

生产分散

铁路行业的合作和伙伴关系不足

铁路用户之间的操作程序不同

标准化有限、效率低

增大在运输需求中的份额

减少交通拥堵

减少二氧化碳排放

减少噪音污染，有益身心健康

In2Rail (INNOVATIVE INTELLIGENT RAIL) 是Shift2Rail 中具有创新潜力的一个组成部分

作用

将探索创新技术并将由此产生的概念嵌入到系统框架中

为弹性、一致、具有成本效益、高容量的欧洲网络奠定基础

三个技术子项目

智能基础设施

智能移动管理 (I2M)

供电和能源管理系统

三项横向工作

项目管理

技术协调和系统集成

传播、交流和开发

WP1 - Project Management**SMART INFRASTRUCTURE**

WP2 "Smart Infrastructure - Innovative S&C Solutions"

WP3 "Smart Infrastructure - Innovative Track Solutions"

WP4 "Smart Infrastructure - Bridges & Tunnels"

WP5 "Smart Infrastructure - Commercial Off The Shelf (COTS) Monitoring (thermal stress and track geometry)"

WP6 "Smart Infrastructure - Maintenance Strategies & Execution"

INTELLIGENT MOBILITY MANAGEMENT (I2M)

WP7 "Intelligent Mobility Management (I2M) - System Engineering"

WP8 "Intelligent Mobility Management (I2M) - Integration Layer"

WP9 "Intelligent Mobility Management (I2M) - Nowcasting and Forecasting"

ENERGY MANAGEMENT

WP10 "Energy Management - Intelligent AC Power Supply System"

WP11 "Energy Management - Smart Metering for a Railway Distributed Energy Resource Management System (RDERMS)"

WP12 - Technical Coordination and System Integration**WP13 - Dissemination, Communication and Exploitation**

智能基础设施

智能可靠的基础设施：集成资产监控、自我诊断和调整的资产、高效设计和新材料、探索机电一体化解决方案，更加关注低成本、低维护性传感器的数据

通过创新的基础设施设计、新的工作方式和更智能的数据使用，提高系统弹性并减少维护需求，从而大大提高可用性

全面减少碳排放、噪音和振动，并提高可持续性水平。

智能移动管理 (I2M)

一种标准化的信息管理和调度系统方法，可实现综合交通管理系统 (TMS)

支持所有具有标准化接口和即插即用框架的 TMS 应用程序的所有运输操作系统的信息和通信技术 (ICT) 环境

一种先进的资产管理信息系统，能够短时预测和预测网络资产状态以及来自异构数据源的相关不确定性。

供电和能源管理系统

设计具有最小能量损失和优化负载的未来交流轨道供电系统

实施有效的能源管理系统：了解铁路系统内的能源流动，降低能源消耗和成本，优化资产管理并更好地利用铁路容量。

“The best way to predict the future is to invent it.”

- 其主要目的是了解和分析经济和社会环境给铁路产业（基建产业）带来的影响和发展
- 从业主的角度分析业主的需求；从乘客的角度分析乘客的需求；从技术的角度分析需求
- 欧洲地平线计划和SHIFT2RAIL的联合基金
- 长期规划/变化
- 以欧洲为出发点，辐射全球



“The best way to predict the future is to invent it.”

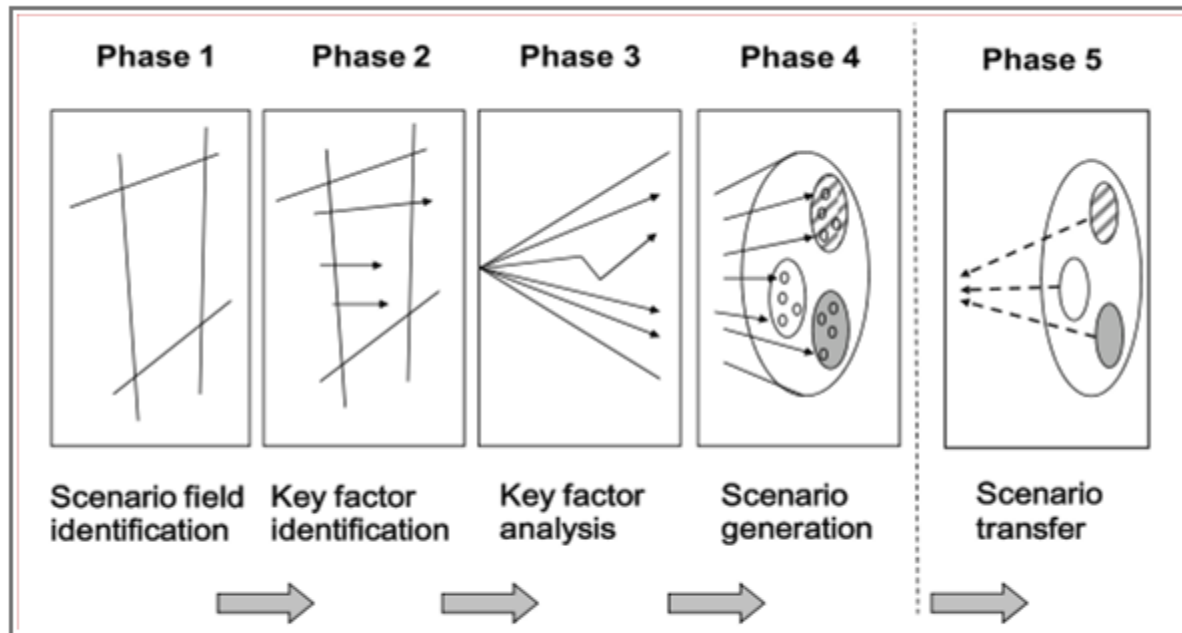


Figure 1 The General Scenario Process in Five Phases (IZT 2008, p.20)

Rail services will focus on the total journey... Integrated journey information and seamless connections to other transport modes will create a hassle-free, holistic travel experience.



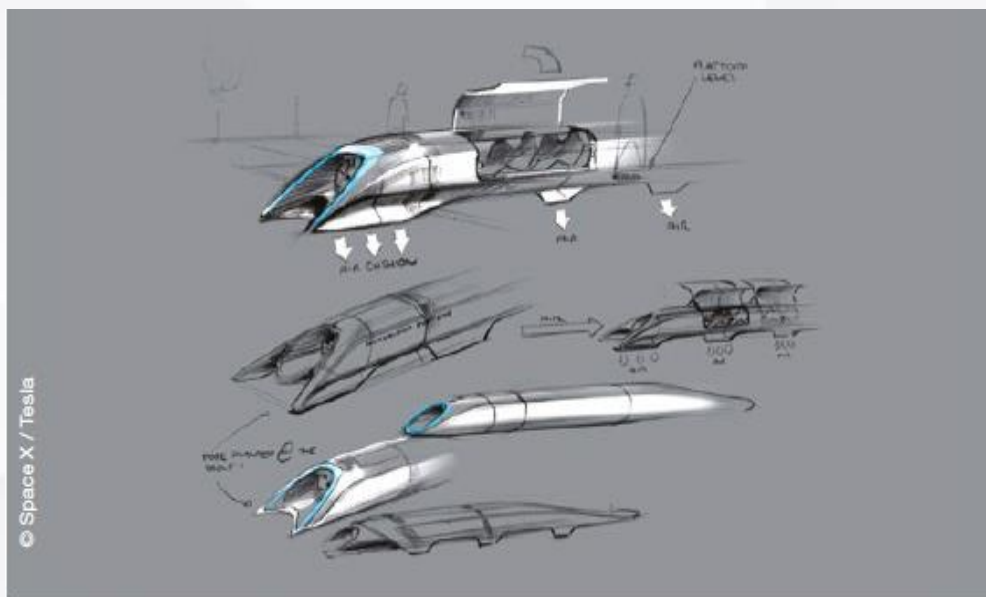
2. Future Rail 2050 的研究内容

“The best way to predict the future is to invent it.”

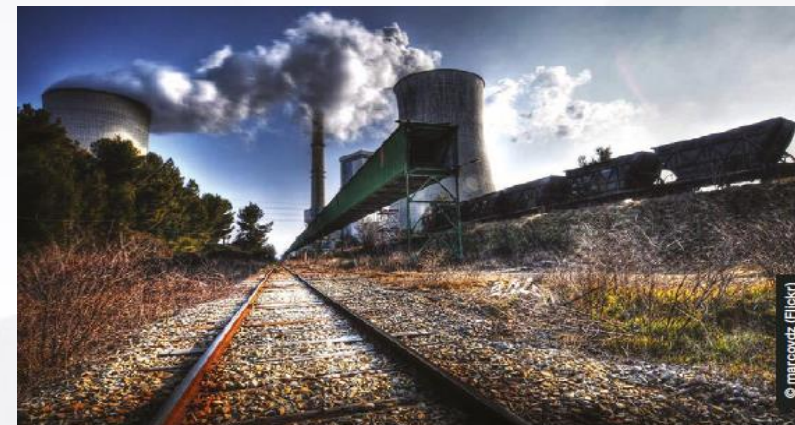
三个主要的研究维度：



超大城市



智能交通和科技集成



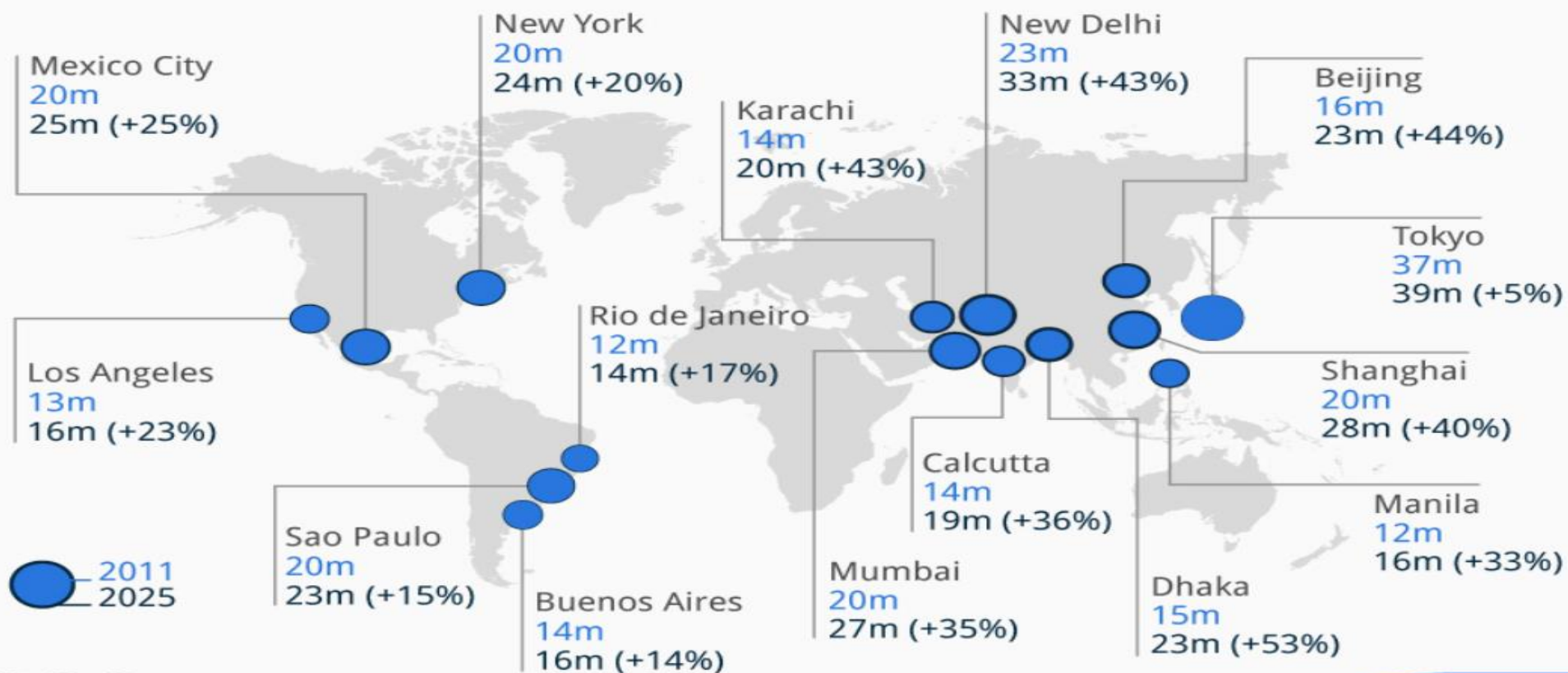
能源

“The best way to predict the future is to invent it.”

2.1 超大城市 MEGACITIES

The World's Megacities Are Set for Major Growth

Population growth of the world's top 15 megacities (millions, 2011-2025)



“The best way to predict the future is to invent it.”

超大城市 MEGACITIES



Shanghai 1990



Shanghai 2010

- 2050年，全球客运交通会增长200%-300%；货运交通会增长150%-250%

The megatrends will have global impacts in terms of mobility and transport infrastructure.

“The best way to predict the future is to invent it.”

超大城市 MEGACITIES

Urbanisation



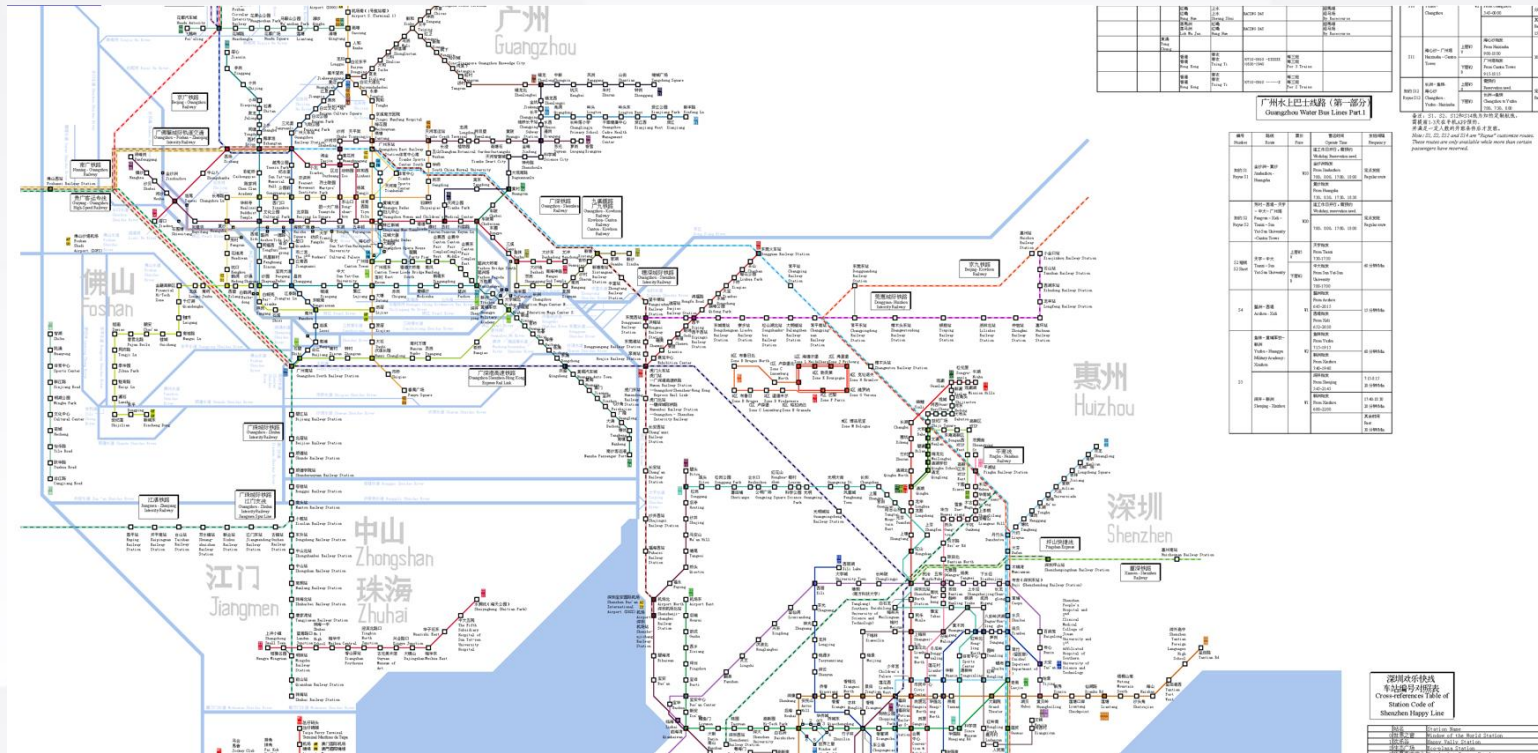
Source: <http://catalystreview.net/>

- 根据预测，到2050年，会有75%以上的人口居住在超大城市中
- 2050年预测：经济增速最快的地区：中国/东南亚和南亚；中南美洲和北美的人口持平；
- 欧洲可用劳动力下降29%，日本和俄罗斯可用劳动力下降超过30%
- 因为城市化进程过快，极端和恶劣天气出现更加频繁/突发公共事件（疫情/恐袭）

实现碳中和的同时，保障城市化的进程，提高客运和货运路网的效率

“The best way to predict the future is to invent it.”

超大城市 MEGACITIES



- 以珠三角（粤港澳大湾区）为例：2025年左右，将会有1900亿英镑用来投资交通/能源/通讯信息/水域网一体化
- 珠三角的基建投资将是伦敦圈的26倍

“The best way to predict the future is to invent it.”

超大城市 MEGACITIES

- 超大城市的公共安全/突发事件
- 地下管网和陆路管网往往是恐怖袭击的目标（实际的恐袭和网络袭击）
- 公共卫生问题 - 疫情的大流行
- 自然灾害与防护 - 洪水/地震
- 人口结构



“The best way to predict the future is to invent it.”

2.2 智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

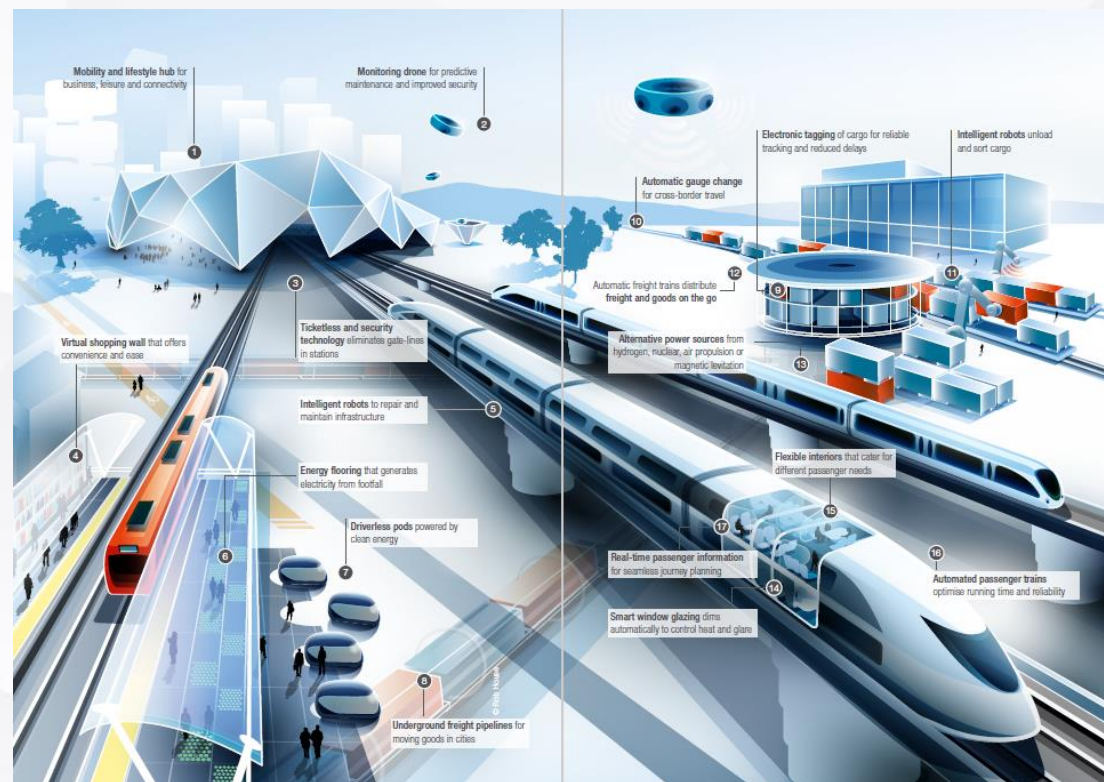


“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

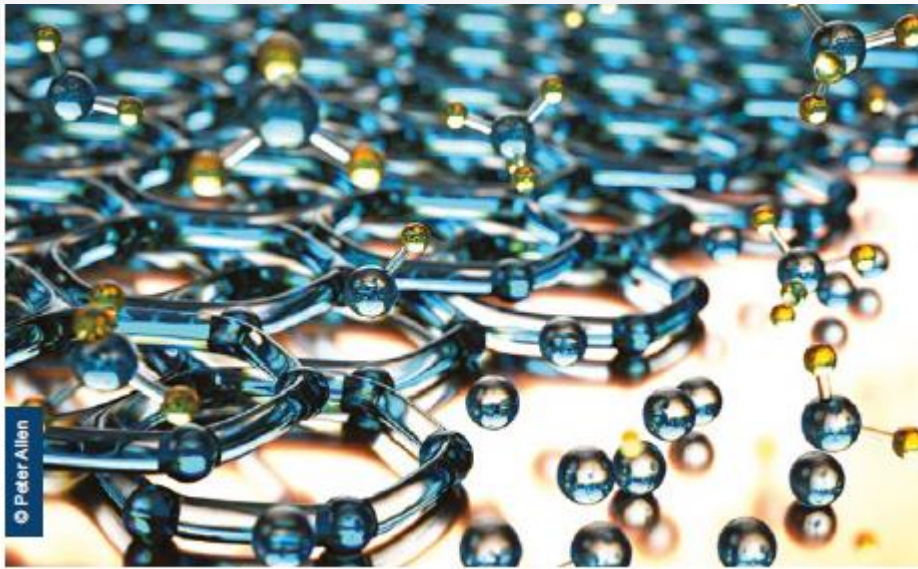
- 大数据和物联网会普遍存在于各个交通领域
- 基于云服务和WEB 3.0 - 乘客需要更精准/实时的数据来决定出行模式
- 区块链和数字孪生



“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

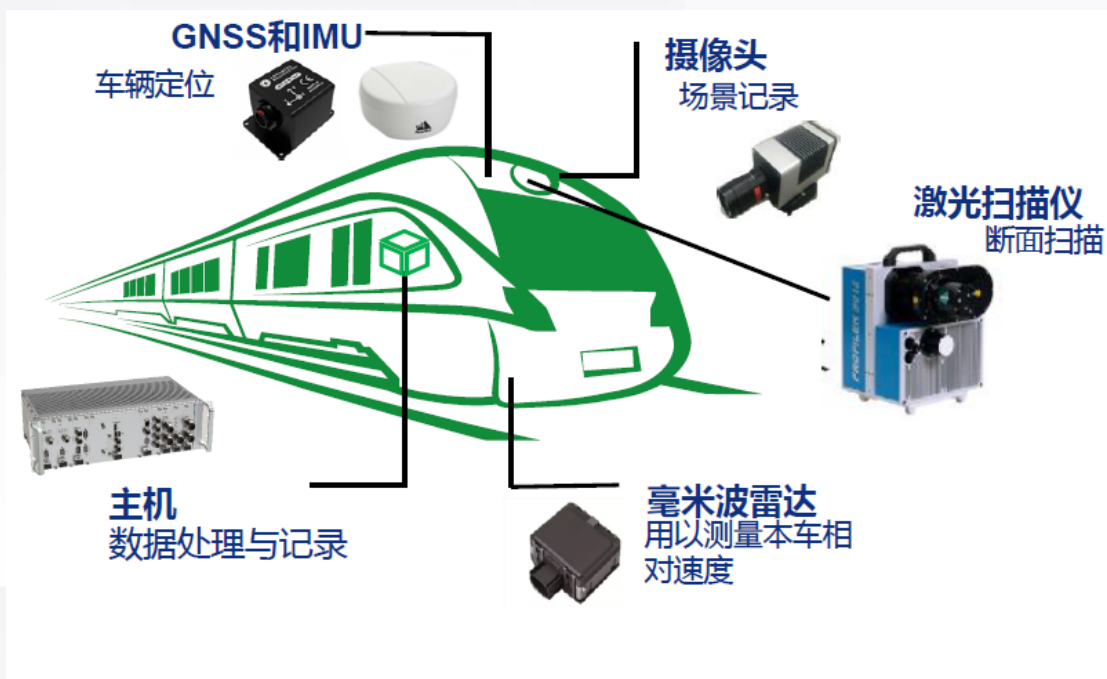


- 纳米技术带来的新材料会广泛运用于交通运输领域 - 更轻/更结实/更耐用/更环保
- 3D打印技术/工业4.0 - 供应链的革命；减少大规模生产/运输和仓储；减少交通物流成本

“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY



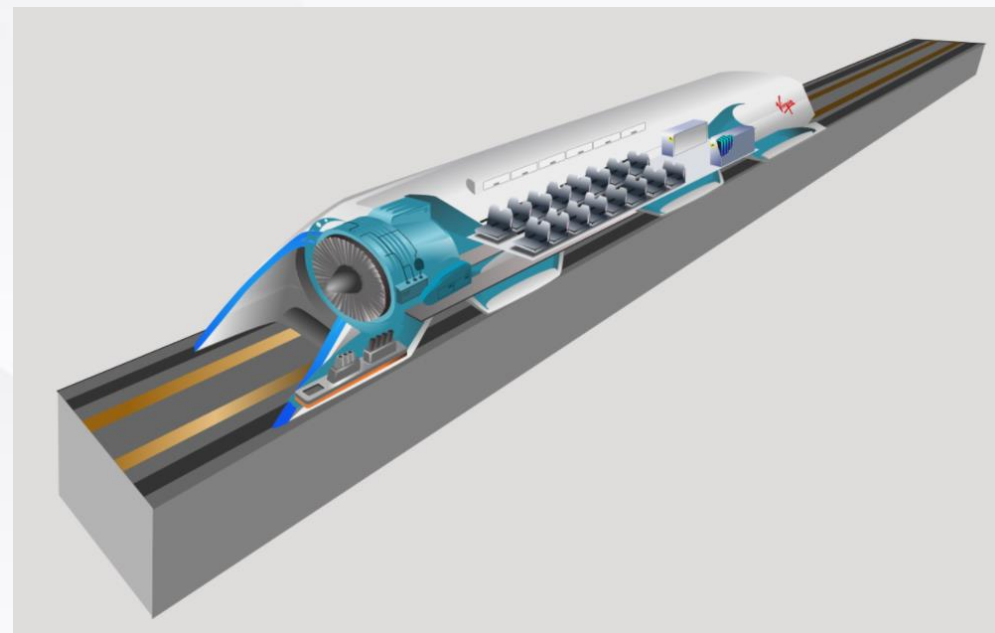
- 人工智能在智能交通领域广泛应用
- 获取实时数据 - 大量存储
- 对当下场景进行处理，给出解决方案；智能预测
- After COVID-19: 智能机器人和无接触服务

“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

- 新型的交通方式：马斯克提出的Hyperloop
- NASA 研发的新型飞行器
- 城市下自动运输线
- 超级高铁 - 真空管道+高温超导磁悬浮



“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY



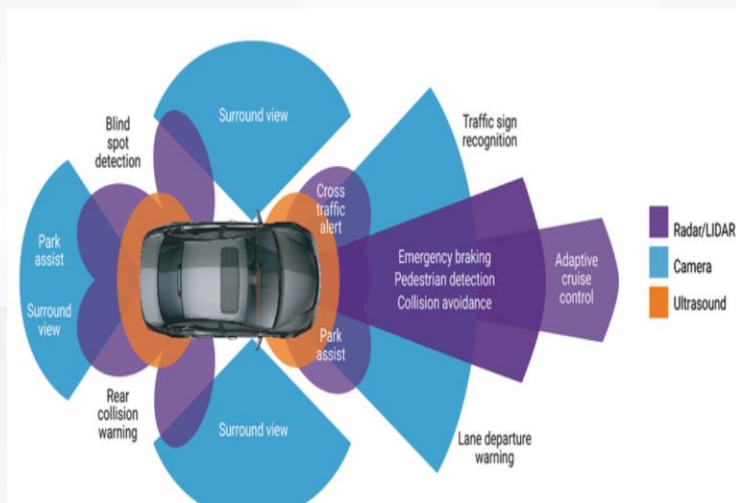
“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

城市轨道交通层面

- ADAS 自动驾驶辅助系统
- 智能公路 - 车联网/交通联网
- 自动驾驶



类别

主要内容

类别	主要内容
智慧交通建设	<ul style="list-style-type: none"> • 中大城市 • 主要以道路公共交通和私人交通为主 • 大城市 • 以道路交通为主，轨道交通为辅 • 特大城市 • 主要以加快城市轨道交通建设为主，形成立体城市交通系统
智慧交通发展现状	<ul style="list-style-type: none"> • 在国家政策鼓励与支持的同时，日益增大的城市交通压力使得智慧交通建设成为改善交通状况的迫切需求 • 应用领域有公路交通信息化、城市道路交通信息化与城市公交信息化三方面 • 由于各地区智慧交通发展不均衡，例如部分一线城市对智慧交通需求比较高，这一因素一定程度影响产业的发展

“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

城市轨道交通层面

- 基于网络的出行规划
- 智能轨道交通运营 - 动态时刻表
- 多运营模式联网 - 一票通



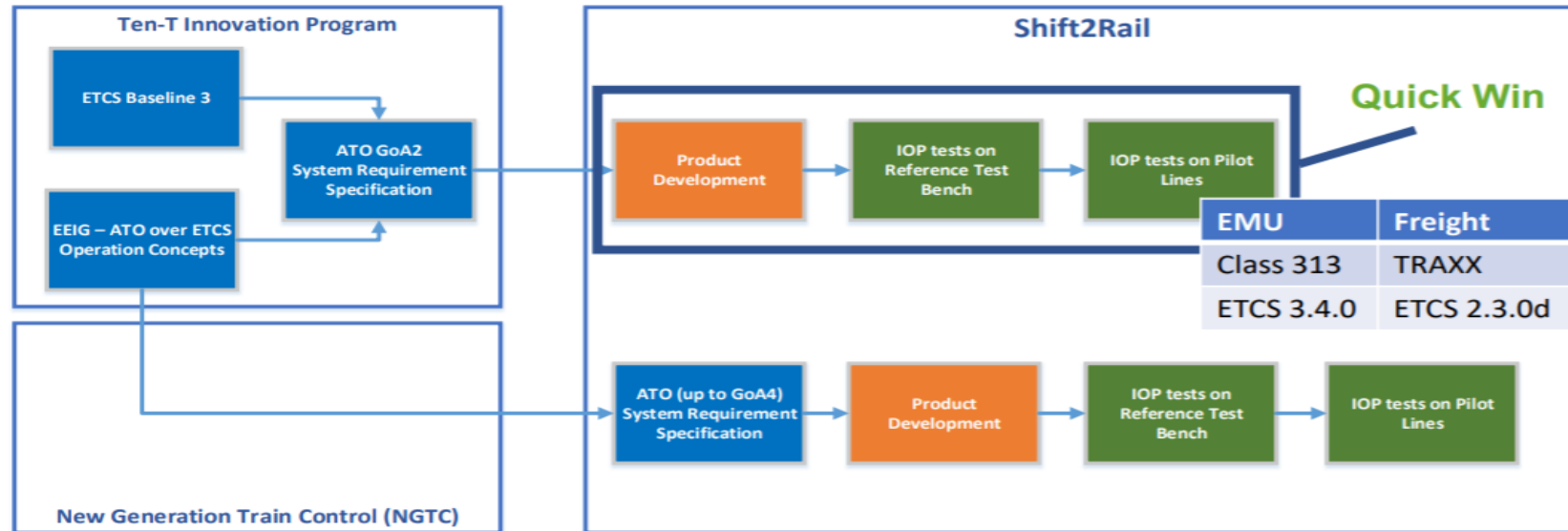
“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

城际层面 InterCity

ATO over ETCS in Shift2Rail



“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

城际层面 InterCity

- 公路监控+通信+收费 一体化
- 国家间智能通关+报关（人/物）
- 基于智能终端+信息共享+互联网+ +空间技术(电子地图)



“The best way to predict the future is to invent it.”

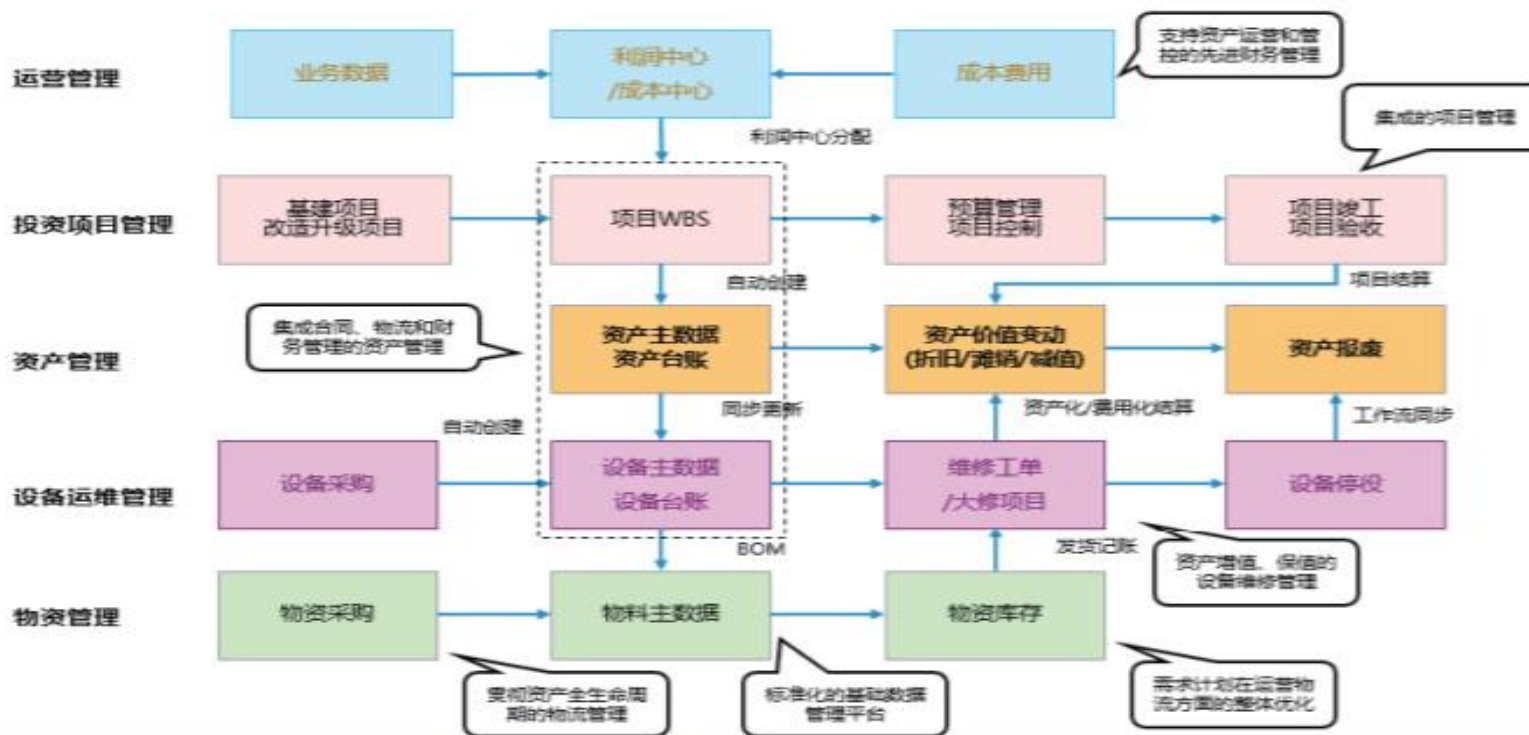
智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

企业数字化转型 Digitalization

通常来说，城市轨道交通运营企业围绕资产方面的管理有五个方面：运营管理、项目管理、资产管理、设备运维管理和物资管理。

资产数据从投资建设开始到运维，最后到报废处置，是一个连续的、系统性的管理过程。



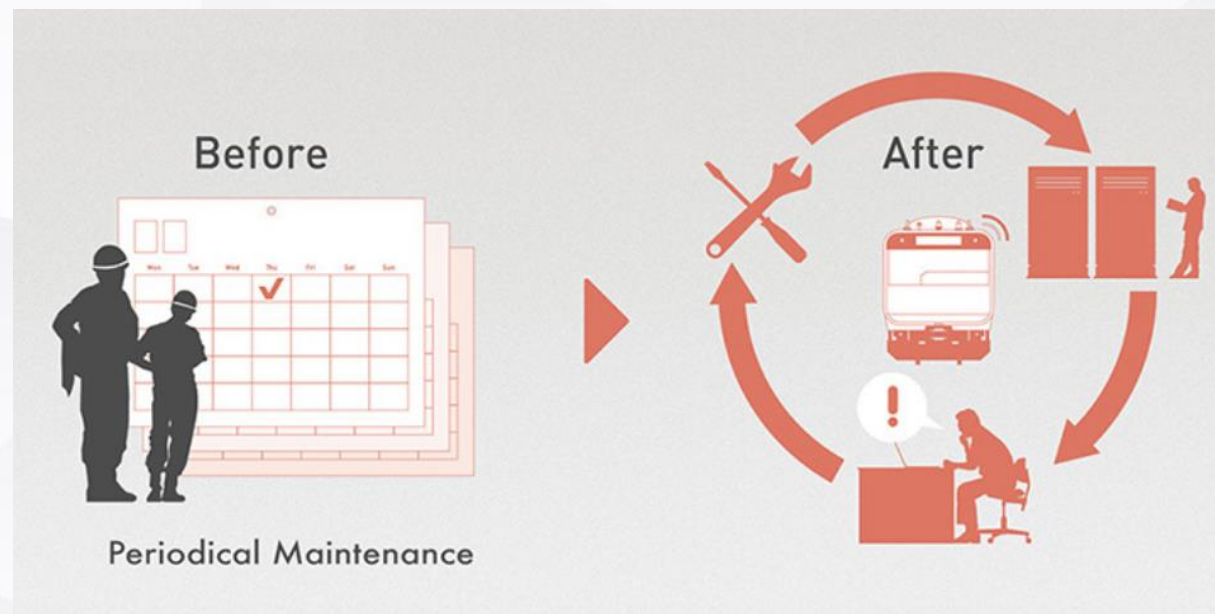
“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

智慧运维 Smart Maintenance

- 运用IoT技术
- 分析设备的缺陷，预测列车会出现的问题，提出解决方案
- 实时监控轨道状态和设备



“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY



智慧运维 Smart Maintenance

3D 打印技术

- 缩短了备品备件的工期
- 减少成本

“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

智慧街道/智慧城市 Intelligent Street/City



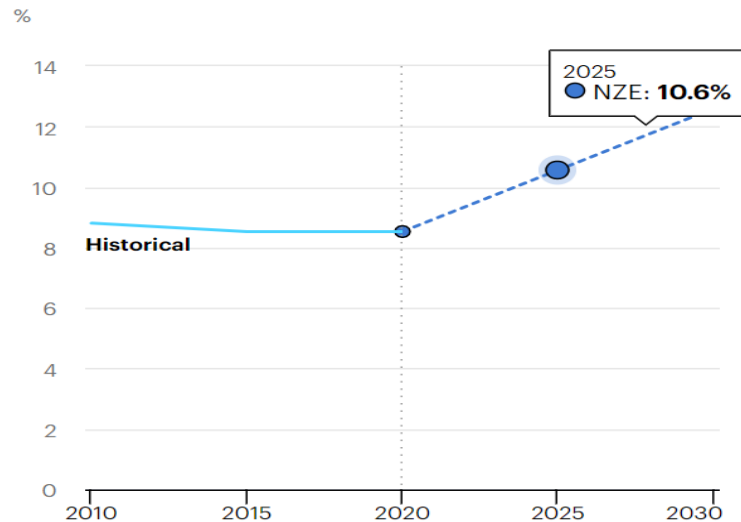
- 最后一公里理论
- 智慧停车
- 与智能终端交互
- 预计在2050年，实现70%以上的Smart City
- People, Processes, and Technology (PPT) are the three principles of the success of a smart city initiative

“The best way to predict the future is to invent it.”

智能交通和科技集成

SMART AND INTEGRATED TECHNOLOGY FOR MOBILITY

Share of rail travel in total passenger transport activity globally in the Net Zero Scenario, 2010-2030



节能方案/节能基建 Energy Saving Project

- 目前，只有3%的铁路交通运输采用的是节能方案
- 到2030年，Net Zero Scenario 可以达到12.6%
- 数字孪生 – 将会广泛运用于制造业以面对突发事件的物资短缺问题

“The best way to predict the future is to invent it.”

2.3 能源 ENERGY AND RESOURCE



“The best way to predict the future is to invent it.”

能源

ENERGY AND RESOURCE

- 2050年左右，全球的能源需求达到1400亿吨/年
- 能源需求的紧缺会导致经济增长减缓；能源采购价格上涨
- 新型能源的研发和使用会逐步走上能源需求舞台
- 能源和环境的关系 – 相辅相成



“The best way to predict the future is to invent it.”

能源

ENERGY AND RESOURCE

新的交通运输模式和新型交通工具营运而生

Hybrid Train 混合动力列车

- 预计至2027年，混合动力列车的需求量会增至239亿美元
- 目前主要的混合动力列车多用于欧洲
- 大多混合动力列车的速度区间为100KM/h-200KM/h



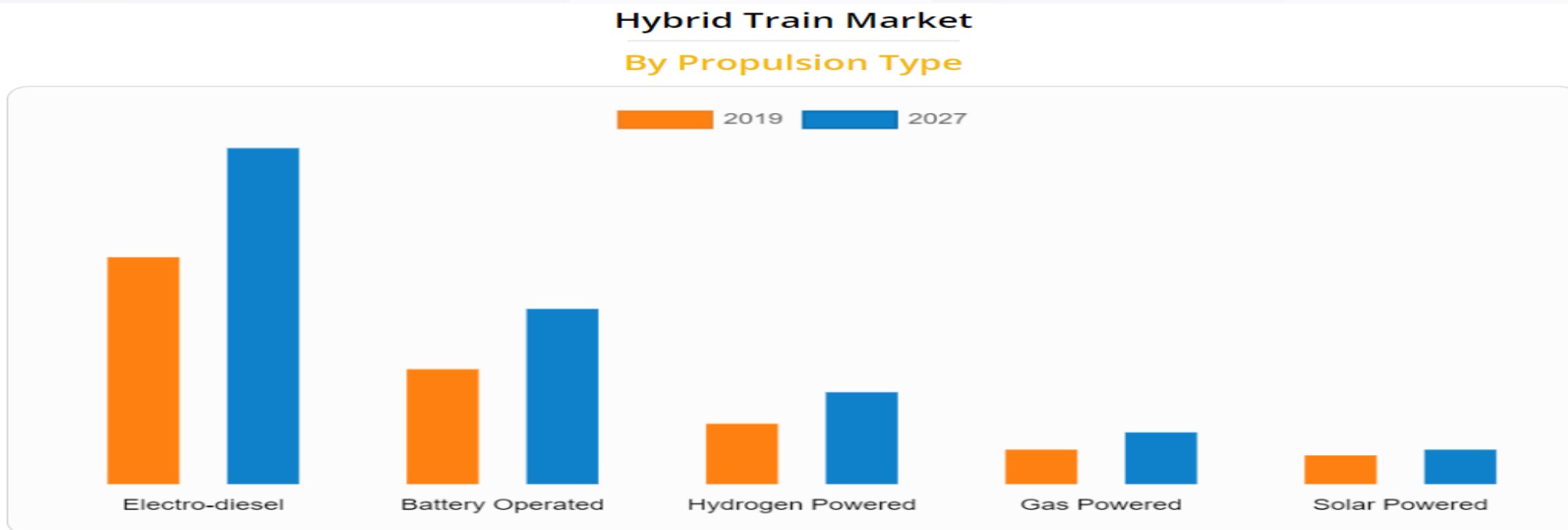
“The best way to predict the future is to invent it.”

能源

ENERGY AND RESOURCE

新的交通运输模式和新型交通工具营运而生

Hybrid Train 混合动力列车



Electro-Diesel Hybrid Train is projected as the most lucrative segment.



3. 未来轨道交通预测场景及算法研究

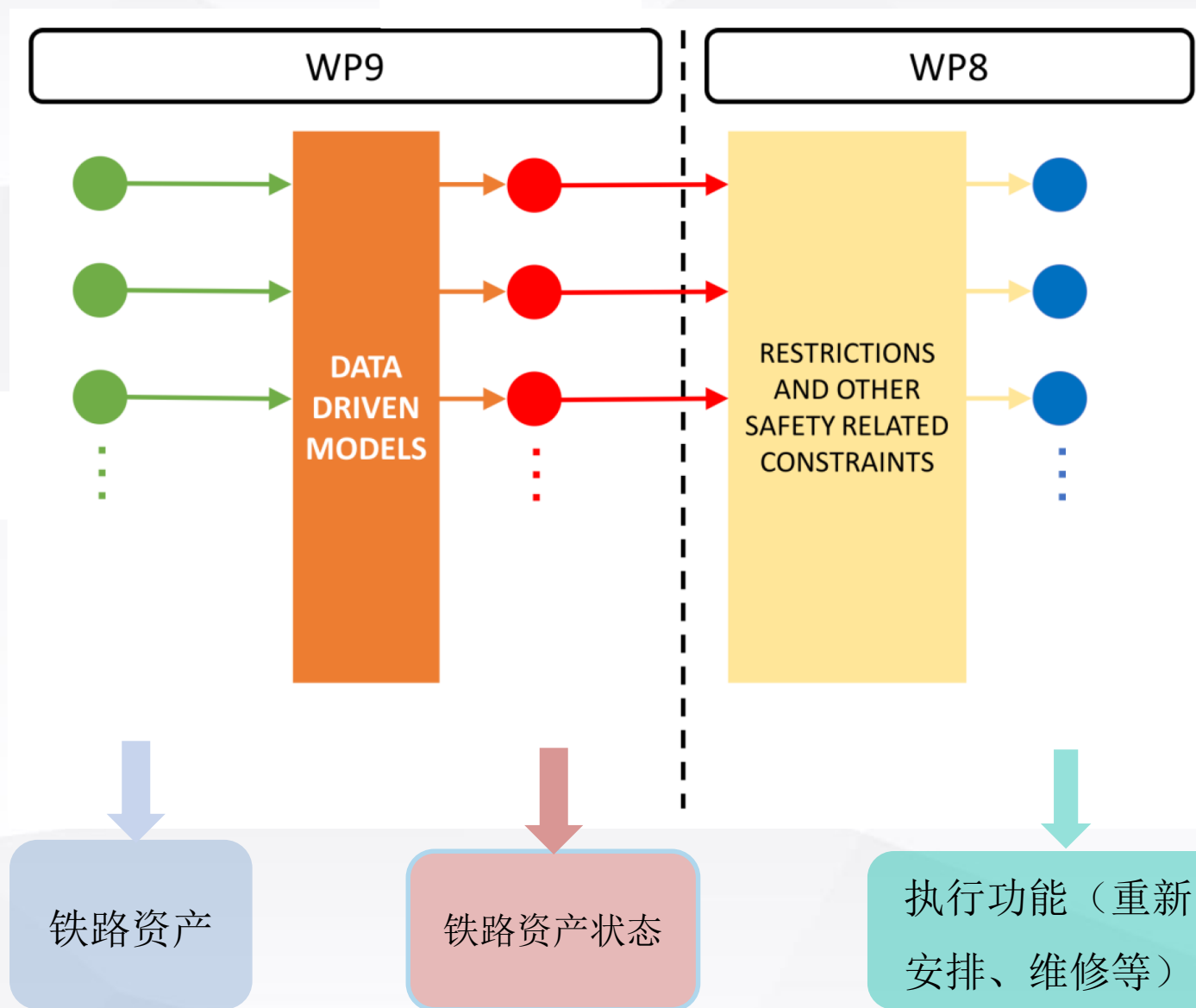


图 2.1：In2Rail 项目的 WP8 和 WP9 之间的联系，说明了 TMS 如何从与铁路资产功能状态相关的短时预测方法提供的信息中受益。

短时预测与预测的区别

短时预测：利用过去和现在不确定或不完整的数据对现在作出推断的过程。

预测：利用过去和现在的数据对未来作出推断的过程。

预测的作用

- 未来的交通管理系统将极大受益于对当前和未来资产状态的准确估计和预测。
- 若能准确（短时）预测，将以更好的方式安排维护、维修干预，有益于调度和维护。例如：通过对资产故障率的评估，适时安排维护，可以减少资产出故障的概率。

预测场景

1. 基于来自铁路和外部来源的异构数据的数据驱动列车延误预测

2. 研究正在运行的列车的横向和垂直轮轨接触力，用于短时预测和预测脱轨风险

3. 短时预测道岔的故障概率

4. 通过挖掘监控数据预测岔状态

5. 根据维护/维修报告预测不同资产和不同故障的恢复时间

6. 数据挖掘维护/维修行动和天气条件对铁路资产的相关性和影响

7. 根据列车运行数据研究官方延误归因

8. 运行时间计算所需的列车特性短时预测

题目	基于来自铁路和外部来源的异构数据的数据驱动列车延误预测 (意大利铁路、热那亚大学)
场景目标	根据与列车运行相关的历史信息、历史计划时间表和历史天气条件数据，短时预测和预测列车延误情况。
与TMS、 维护的关系	通过向 TMS 提供准确的列车延误预测，理论上可以在以下方面改进交通管理和调度： <ul style="list-style-type: none">➤ 乘客信息系统：提高列车乘客服务的可靠性。➤ 货运跟踪系统：正确估计货物到达时间，以改进客户的决策过程。➤ 延迟管理（重新调度）：允许交通管理人员重新安排列车路线，以便更好地利用铁路网络。

场景描述

- 主要目标：是以尽可能高的准确度预测将影响特定列车在其行程中的所有后续车站中的一系列延误。
- 许多其他外在因素会影响铁路运营，例如客流、罢工、庆祝活动和类似的公共活动。出于这个原因，这个场景专注于通过一组数据驱动模型整合关于过去列车运行和天气条件的数据来临近预报和预测列车延误。特别是，通过将列车运行数据和天气数据合并到一个单一的历史数据库中，机器学习算法将分析数据，从而构建数据驱动模型，该模型能够响应新的、以前看不见的输入数据来预测列车延误。

数据集

- **列车运行的数据**：包括时间和位置参考（例如车站到达时间和车站唯一 ID）以及理论时间表，包括特殊列车运行、取消等的计划。
- **天气状况数据**：通过寻找离站台、线路、检查点最近的气象站，可以实现列车运行数据和天气数据之间的关联。包含的天气数据与气压、太阳辐射、温度、湿度、风向和风速以及降雨量有关。

题目	研究正在运行的列车的横向和垂直轮轨接触力，用于短时预测和预测脱轨风险 (葡萄牙的基础设施 (IP)、波尔图大学 (Uporto)、进化科技 (EvoLeo)、虚拟车辆 (ViF) 热那亚大学 (UNIGE))
场景目标	围绕两个目标展开： <ol style="list-style-type: none">1. 能够根据列车、轨道条件和天气的信息，通过利用数据驱动的方法来提供正在运行的列车脱轨风险。2. 评估用数据驱动模型代替物理模型的可能性。其中物理模型可准确评估，但计算量大。
与TMS、维护的关系	数据驱动模型可用于提供有用的信息，以支持 TMS/维护操作的决策过程，例如设置减速、关闭特定线路或执行轨道几何校正，以防止脱轨。更具体地说： <ul style="list-style-type: none">➤ 短时预测可以向 TMS 提供特定车辆在不同车速和不同风速和方向下的当前脱轨风险。

场景描述

- 物理建模方法有一些必须仔细考虑的主要缺点（难以构建、校准和验证以及无法实时处理），数据驱动模型克服了物理建模方法大部分缺点，可作为一种不错的替代方案。
- 为了建立用于估计和预测横向(Y)和垂直(Q)轮轨接触力及其比值 Y/Q 的数据驱动模型，有必要收集影响列车运行的主要因素的相关数据，即：**车辆类型**（如客运列车、货运列车等）、**车辆状况**（如负载不平衡、车轮缺陷等）、**轨道资产状况**（如桥梁、隧道等）和**运营/环境条件**（如运行速度、风力等）。在研究过程中，可选择其中一种影响因素进行研究，比如风力。

下面列出了完成此场景的基本步骤：

1. 收集/设计输入数据；
2. 利用物理建模方法使用步骤 1 的输入数据进行仿真，从而生成输出数据，即 Y 和 Q 轮轨接触力值；
3. 通过最先进的机器学习算法构建数据驱动模型，该算法可以通过模拟推断步骤 1 的相同输入数据与步骤 2 产生的横向和垂直力之间的关系。

数据集

- **轨道数据**：短时预测场景中使用的轨道数据包括测量的轨道不规则性和布局参数(例如纵向水平、校准、曲率等)。
- **车辆数据**：车辆信息(如FE模型的动态特性)、车辆的运行信息(如车辆行驶速度、装载量、吨位)。
- **环境(风)数据**：由于这个场景将基于不同风条件下列车运行的模拟，因此在第一阶段将对这类数据进行模拟，以便更容易地将不同风条件应用于模拟运行的列车。

题目	短时预测道岔故障概率 (瑞典交通管理局 (TRV)、吕勒奥理工大学 (LTU))
场景目标	该情景的目标是确定状况、降低风险概率和估计恢复时间。
与TMS、维护的关系	道岔短时预测将有助于 TMS 重新规划铁路网络中的列车路线，减少由于未来交通密度和基础设施使用率的增加而导致的维护需求，并为有效的交通管理提供统计数据。
场景描述	该场景输入均来自可用数据源，主要是铁路网络状态、资产利用和维护情况以及天气条件。输出为：故障概率和恢复时间。
数据集	可用数据源：OFelia（故障）、Bessy（检查）、Optram（轨道几何）、STEG（列车和负载）和 SMHI（天气）。

题目	通过挖掘监控数据预测道岔状态 (德国航空航天中心 (DLR)、荷兰斯特鲁克顿铁路(SR))
场景目标	<ul style="list-style-type: none">➤ 该场景的主要目标是能够通过通过对道岔移动所消耗的功率进行数据测量来检测与道岔状态相关的异常。➤ 数据分析旨在获得更多关于与不同可能的故障模式相关的功耗和道岔行为的知识和洞察力。用于此任务的基本信息是将道岔叶片从一个位置转到另一个位置所需的道岔引擎的测量电流，尽管还有一些额外的可用数据（例如报告的事件、观察到的缺陷、维修时间）会被利用。

与TMS、 维护的关系

- 在铁路基础设施网络中，道岔被认为是关键要素，因为一旦发生故障，道岔是线路不可用的主要原因之一，从而道岔故障将导致燃料成本、人力成本、维护和维修成本增加，并且通常会对声誉和收入产生负面影响。
- 为了缩短维修时间并进一步减少故障，了解当前道岔状态（短时预测）、实际故障的原因和道岔状态可能发生的突然变化（预测）至关重要。
- 此方案侧重于道岔状态短时预测和预测方法的设计和开发。提取的道岔状态可用于优化维护计划并执行更好的维护。
- 延迟管理（重新调度）：允许交通管理人员重新安排列车路线，以便更好地利用铁路网络。

场景描述

- 短时预测和预测模型将主要利用监测数据，以获得提高道岔可用性的知识。
- 一种用于道岔的监控设备是POSS（预防性维护和故障诊断系统），它记录每次道岔移动时道岔引擎的功耗测量值。其他有用的数据将包括维护数据、故障数据和可能的资产使用数据（例如，移动次数、通过道岔的列车数量等）。
- **短时预测**将通过分析数据来执行，从当前的测量中检测不同的故障模式。
- **预测**将尝试通过利用提取的知识来进一步推动这种分析，以便为每项资产提供未来故障的概率。

数据集

- **道岔监控数据**
- **维护操作数据**：相同道岔上在同一时间范围内执行的维护活动的历史数据集。
- **使用/负载数据**：该数据主要与资产的使用情况有关，包括通过道岔的列车数量、重量等信息。

题目	根据维护/维修报告预测不同资产和不同故障的恢复时间 (荷兰斯特鲁克顿铁路 (SR)、热那亚大学 (UNIGE))
场景目标	<ul style="list-style-type: none">➤ 将对在发生特定故障后将资产恢复到适当功能状态所需的恢复时间 (或维修时间) 进行分析。该分析将尝试开发一种预测方法, 能够在基础设施资产出现问题时提前估计精确的修复时间。
与TMS、维护的关系	<ul style="list-style-type: none">➤ 由于在这种情况下数据驱动模型的输出是完成维护/维修操作所需的时间, 因此维护部门可以使用它来安排适当的维护/维修操作。➤ 将恢复时间的更好估计传达给 TMS, TMS 可以利用这些信息以明智的方式规划和管理线路资产。

场景描述

- 每次基础设施资产受到故障/故障的影响，显然这不仅会影响单个资产的功能行为，还会影响铁路运营的正常执行。出于这个原因，该场景的目标是通过查看与不同资产和不同类型故障相关的过去维护报告来估计未来（计划中的）和紧急维护行动的恢复时间。
- 将要设计的预测模型将能够利用包含在维护报告中的知识来预测完成资产维护操作以恢复其功能状态所需的时间。此外，历史天气条件数据将包含在分析中，以考虑影响铁路维护/维修操作的大气因素（例如雾降低能见度）。

数据集

- 天气状况
- 维护/维修操作：有关维护/维修活动（包括其持续时间）的历史数据集。
- 故障/失灵：有关记录故障/失灵的历史数据集。

题目	数据挖掘维护/维修行动和天气条件对铁路资产的相关性和影响 ((荷兰斯特鲁克顿铁路 (SR)、热那亚大学 (UNIGE)))
场景目标	<ul style="list-style-type: none">➤ 该场景的主要目标是根据过去资产故障与过去天气条件或维护行动的相关性来预测资产可能出现的故障。因此，此场景旨在设计、实施、测试并验证预测模型。➤ 要研究的问题：1. 已执行的维护/维修操作与故障的相关性和影响；2. 天气条件与故障的相关性和影响。
与TMS、维护的关系	<ul style="list-style-type: none">➤ TMS 可以使用这些信息通过更安全的路径重新安排列车路线，从而最大限度地降低出现任何问题的风险。➤ 维护部门可以使用相同的模型输出来安排适当的维护操作，以防止出现额外的或最严重的问题。

场景描述

- 每次基础设施资产受到故障/故障的影响，显然这不仅会影响单个资产的功能行为，还会影响铁路运营的正常执行。铁路基础设施资产的功能性能下降的原因有很多：老化、极端天气条件、重载等。此外，通过执行维护操作可能会在不知不觉中引入问题，例如通过简单的人为错误或作为系统对对象更改的反应。
- 本情景旨在调查可能影响资产退化的所有因素中的两个，即维护/维修行动和天气条件，并通过利用数据驱动的预测技术设计和开发新的预测方法。
- 将根据提供的有关历史天气条件、执行的维护/维修操作和故障/故障的数据开发一组能够预测特定资产故障概率的预测模型。

数据集

- 天气状况
- 维护/维修操作：有关维护/维修活动（包括其持续时间）的历史数据集。
- 故障：有关记录故障的历史数据集。

题目	根据列车运行数据研究官方延误归因 (网络铁路有限公司 (NR)、热那亚大学 (UNIGE))
场景目标	<ul style="list-style-type: none">➤ 延迟责任归属是一个长期过程，由专家团队（也称为延迟归属委员会 - DAB）执行，该团队在检索执行对于明智决策所需的所有信息后进行操作。该场景的目的是通过查看整个铁路网络中列车延误的当前状态，对延误归因（即上述漫长过程的结果）进行短时预测和预测，从而了解一系列延误的原因。➤ 关于官方归属的进展。这种情况背后的主要思想是，应该可以利用过去列车运行和过去延误归因的历史数据集，以便从前者中提取延误类型，并将它们与后者的官方延误归因相关联。基于延迟原因的相似性，可以构建一个数据驱动模型，能够将过去的延误类型与当前的延误类型相关联，以便在正式归因过程开始之前预测当前延迟的实际原因。
与TMS、维护的关系	TMS 可以使用关于延误归因的信息以及由此产生的关于延误原因的信息，以优化铁路网络上列车运行的重新规划。

场景描述

对于这个特定场景，短时预测和预测可以重新表述如下：

- **短时预测**：在稍后发生的延误归因过程之前，根据过去/现在的列车运行研究延误归因。根据过去/现在的列车运行情况研究延误归因，从而避免可能的问题发生。
- 延迟归因是由一个称为延迟归因委员会 (DAB) 的专家团队执行的，该委员会在检索执行明智决策所需的所有信息后运作。不幸的是，这导致与事件实际发生的时刻相比有很大的滞后。话虽如此，很明显，最终决定必须由人类而非算法做出。但是，此方案旨在评估提供决策支持工具的可能性，该工具可以减少做出最终决策所需的时间。

数据集

- **历史延迟数据**：数据集包含所有受延误影响的列车的记录，以及**延误发生的原因**。此外，记录还包括许多与**延迟类型**相关的其他信息。

题目	运行时间计算所需的列车特性短时预测 (西门子股份公司)
场景目标	<ul style="list-style-type: none">➤ 此运行时间计算是交通管理系统内部的一项功能，用于计算预计到达时间、预计轨道段阻塞时间以及决策支持系统提供的模拟结果。为了通过牵引力、阻力和由此产生的加速/减速率计算运行时间，必须根据列车特性、环境因素等使用物理措施来估计许多参数。由于这些参数的估计非常粗略，该场景的目标是通过观察当前行驶的列车的行为来估计其参数。
与TMS、 维护的关系	<p>估计的列车参数、计算的运行时间和 TMS 对它们的利用之间的关系可以帮助：</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 估计列车的到达时间；➤ 估计分区闭塞时间；➤ 增强交通模拟用于决策支撑。

场景描述

运行时间计算是交通管理系统内部的一个函数，用于预测计算（例如估计到达时间、估计轨道段的阻塞时间）并通过模拟不同场景（例如不同的拥有开始、列车序列、列车路线、部分取消等）来支持决策。

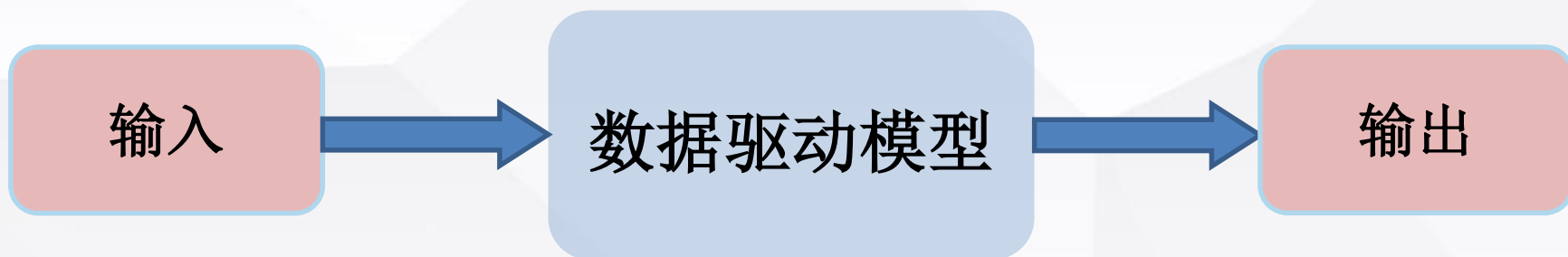
计算运行时间的方法之一是考虑计算牵引力和阻力以及由此产生的加速/减速率。牵引力和阻力通常被建模为速度的二阶多项式列表，其参数是使用有限数量列车的物理测量估计的，并取决于：

- 机车车辆的状态；
- 温度；
- 轨道上的湿度/潮湿；
- 列车当前负载。

这些参数的估计非常粗略，尤其是考虑到当前天气条件下的特定列车。由于这些原因，此场景的目标是通过观察当前行驶的列车的行为来估计其参数。如果机车车辆到列车的分配是已知的，那么可以使用来自规划阶段的估计列车参数的初始值。

数据集

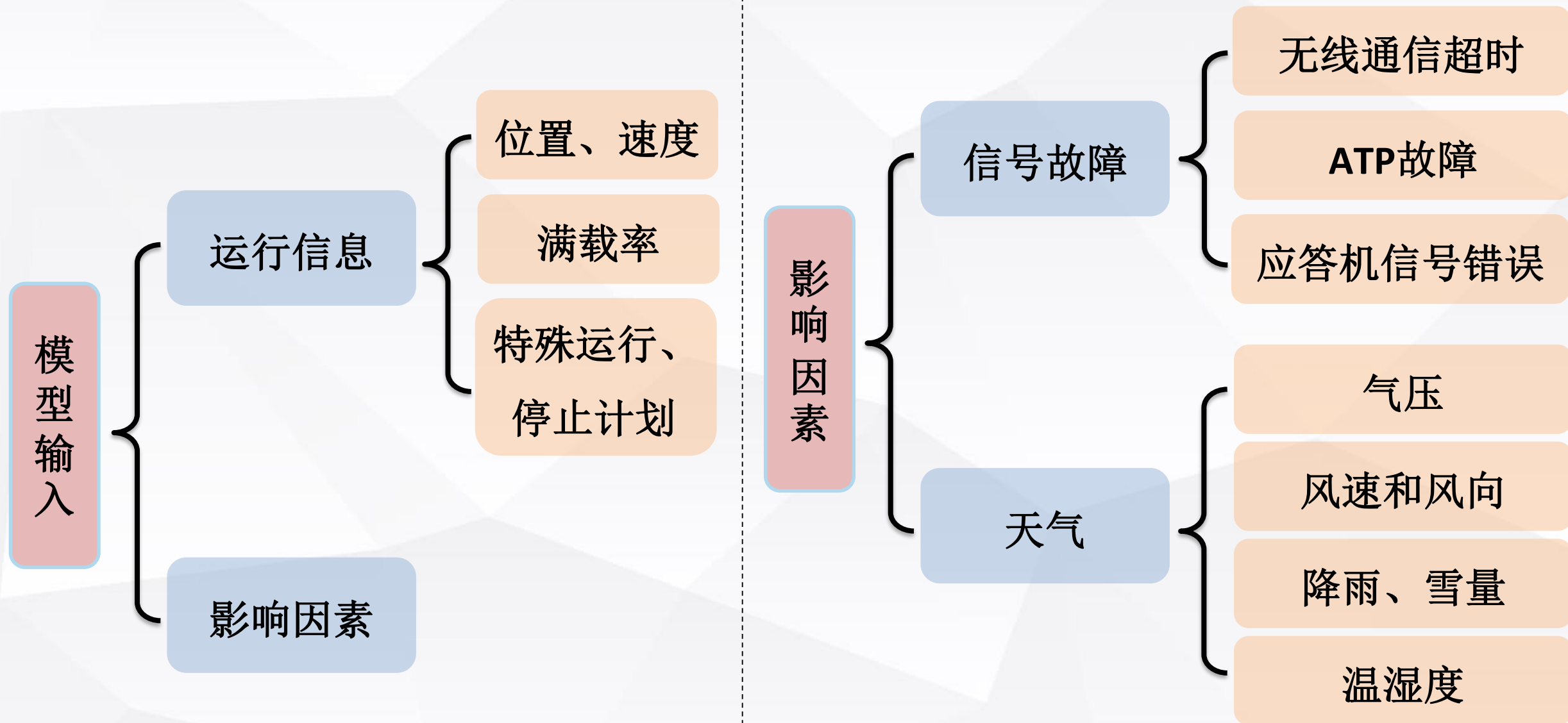
- 列车位置报告，包括高速率的速度（如 ETCS 每 7 秒）；
- 当前速度限制（驱动模式估计器需要）；
- 有关列车的计划信息（机车的质量、长度、数量和类型、货车类型、制动类型、最大速度）；
- 观察到的功耗（如果可能）。

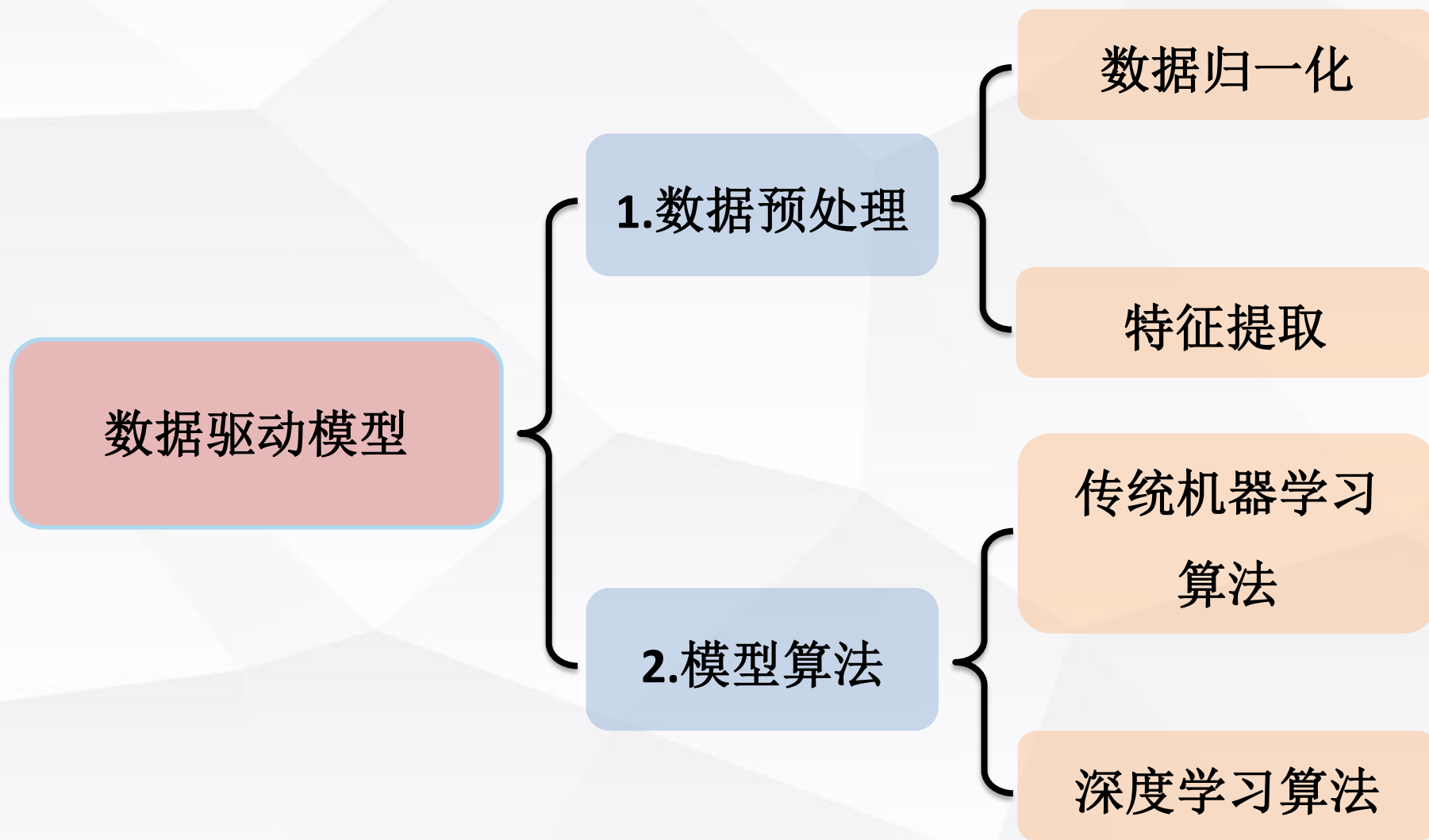


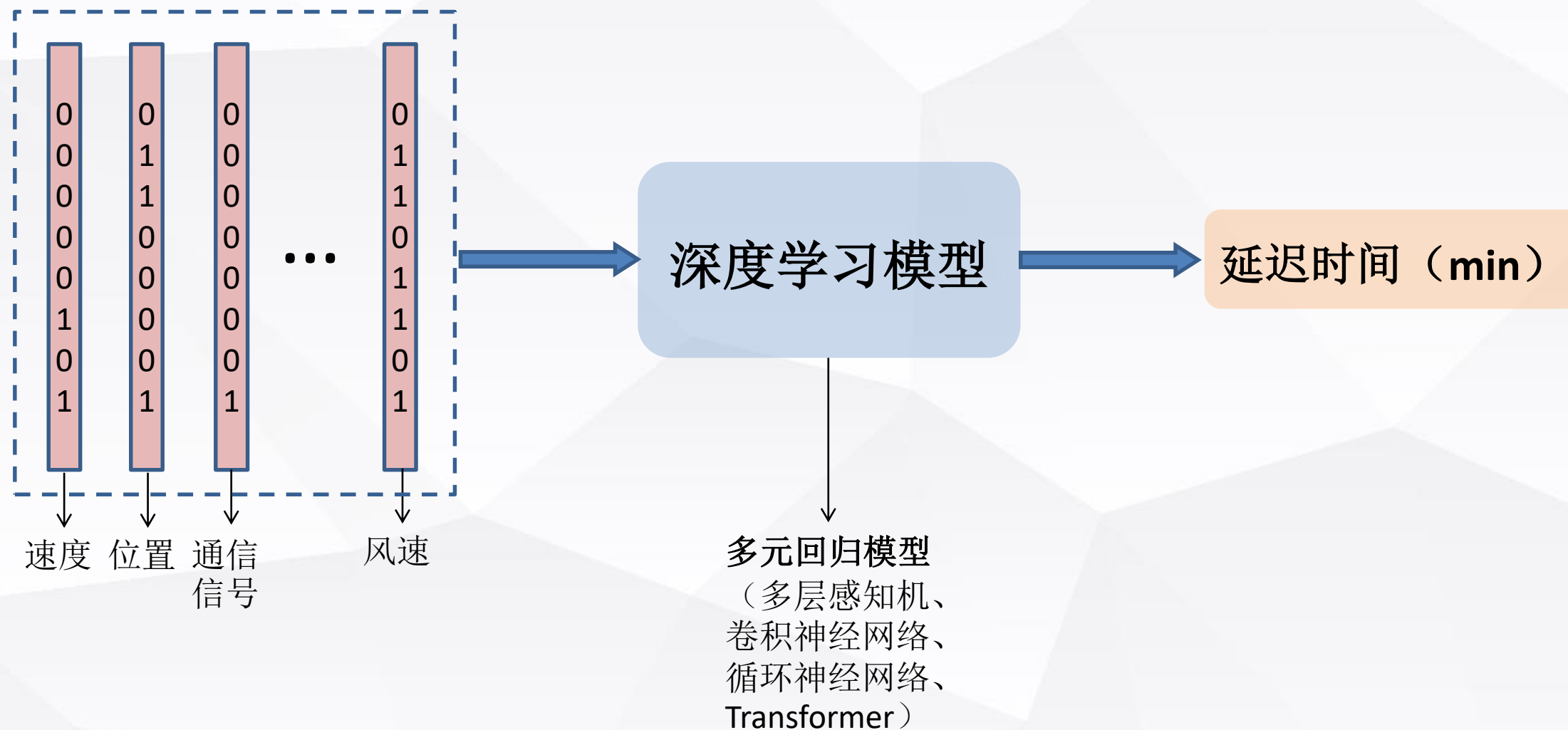
- 输入是什么？
- 不同类型输入
数据如何处理？

- 传统机器学习模型
- 深度学习模型

- 对于单列列车和全网列车的晚点算法
研究输出的侧重点有何不同？
单列列车更注重晚点时间，全网列车更
注重每个站有几辆车晚点



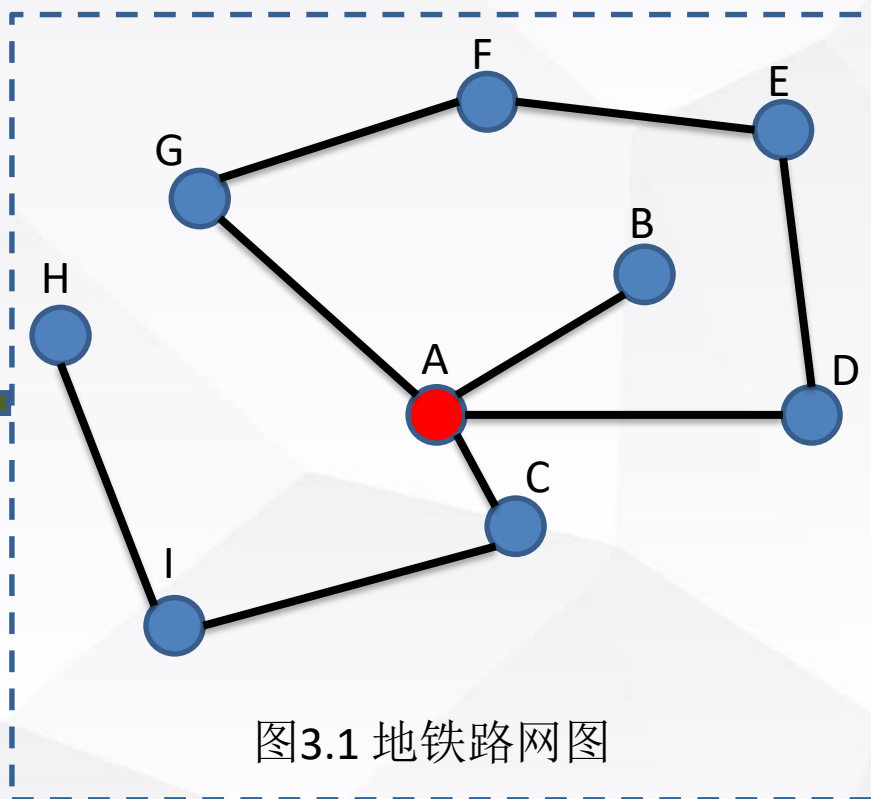




空间相关性

时间相关性

时空相关性



无向图

$G = (S, E, A, M)$

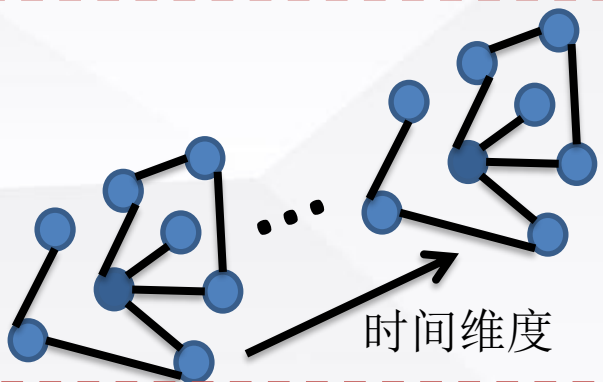
S: 地铁站的集合

E: 站与站之间的边

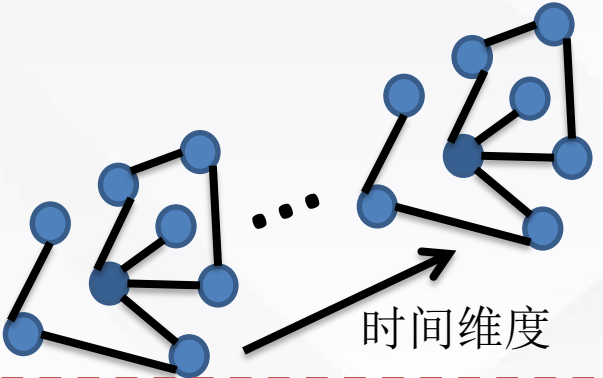
A: G的邻接矩阵

M: 站与站之间的距离,
G的距离权重矩阵

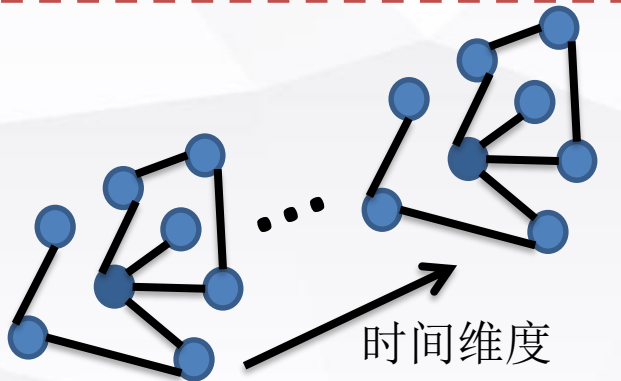
最近时间序列



每日时间序列



每周时间序列



图卷积网络

图卷积网络

图卷积网络

融合

每站晚点
列车数量



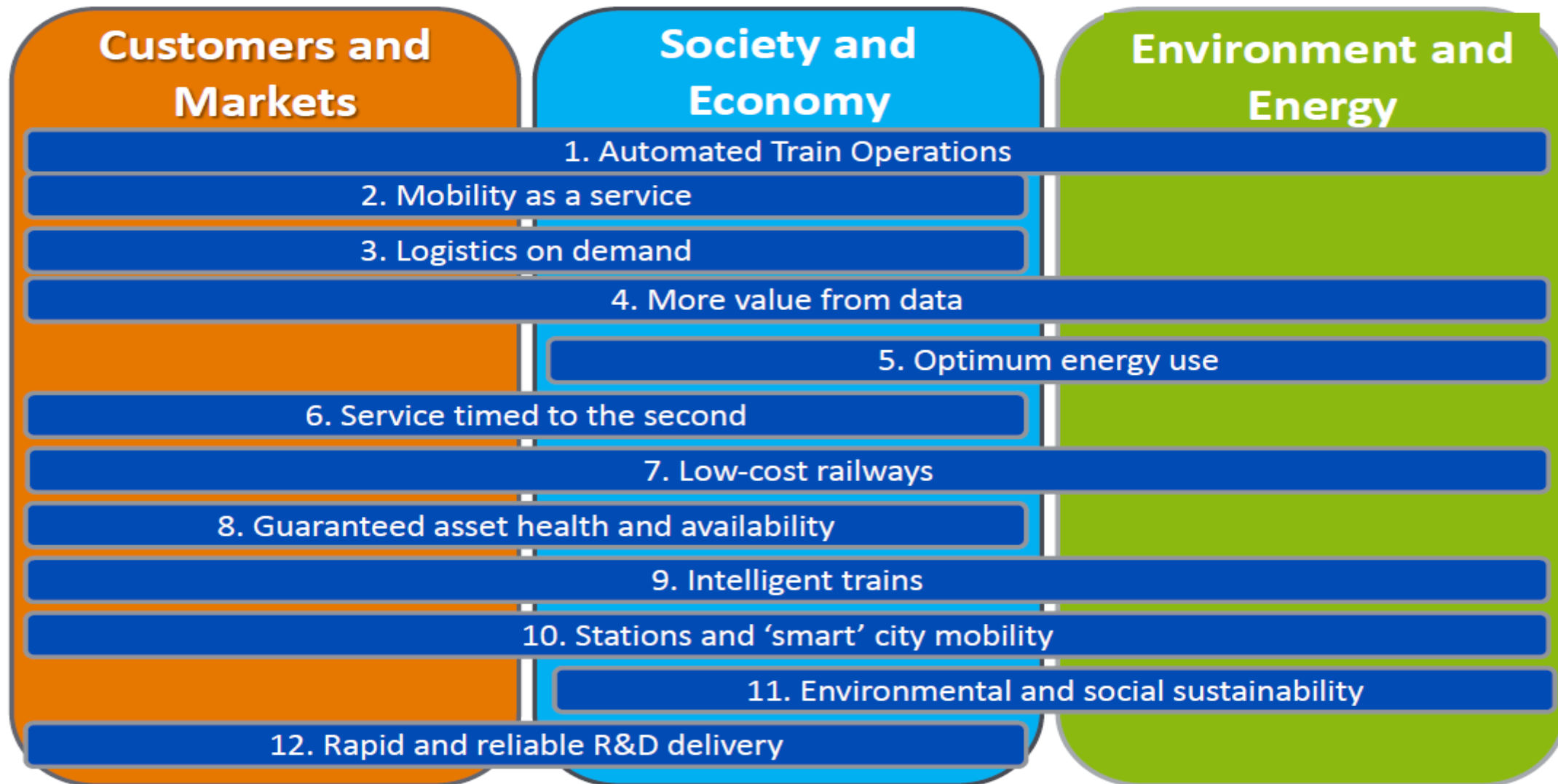
4. Future Rail 2050 总结

“The best way to predict the future is to invent it.”

“In 2050, rail transport in Europe is the backbone of an intermodal “Mobility as a Service” within cities and beyond, for both passengers and goods, meeting the needs of customers, EU citizens and society. The suppliers and service organizations of the European rail industry are recognized as the world’s thought leaders for railway products and services.”

----ERRAC 2050 VISION

“The best way to predict the future is to
i



“The best way to predict the future is to

ii

THE RAIL SECTOR'S ANSWERS TO THESE CHALLENGES (Supported by Horizon Europe)

DIGITALIZATION	AUTOMATION	NEW MOBILITY SOLUTIONS	SUSTAINABLE SOLUTIONS
<p>Connected & integrated railways <u>Intelligent & cost efficient asset management</u> Cyber-security solutions <u>End-Users/Citizens centric services</u> <u>Digital control command</u></p>	<p><u>Real time operational management</u> <u>Trains running closer together: Platooning & virtual coupling</u> <u>Autonomous trains</u> <u>Automated freight operation</u> <u>AI & Robotics</u> Extracting value from data</p>	<p><u>Seamless integration between modes of transport</u> <u>Smaller and more frequent trains</u> <u>New types of rail transport solutions (pods & others)</u> Stations and Terminals as Mobility hubs</p>	<p>Green energy technologies <u>Interconnection between Energy and Mobility systems</u> <u>Apply Digitalization to energy</u> <u>Silent railways</u> <u>Pro-active Security</u> Non-invasive inspection solutions</p>
<p>COST SAVINGS AND DEPLOYMENT OF INNOVATION Improved deployment, bottom-up transport-system standards solution, better adapted /regulation/certification (virtual), rapid deliveries...</p>			



THANKS

以匠心

敬创新