



Shift2Rail调研工作汇报 – 调度指挥专题

交控科技

2021年8月

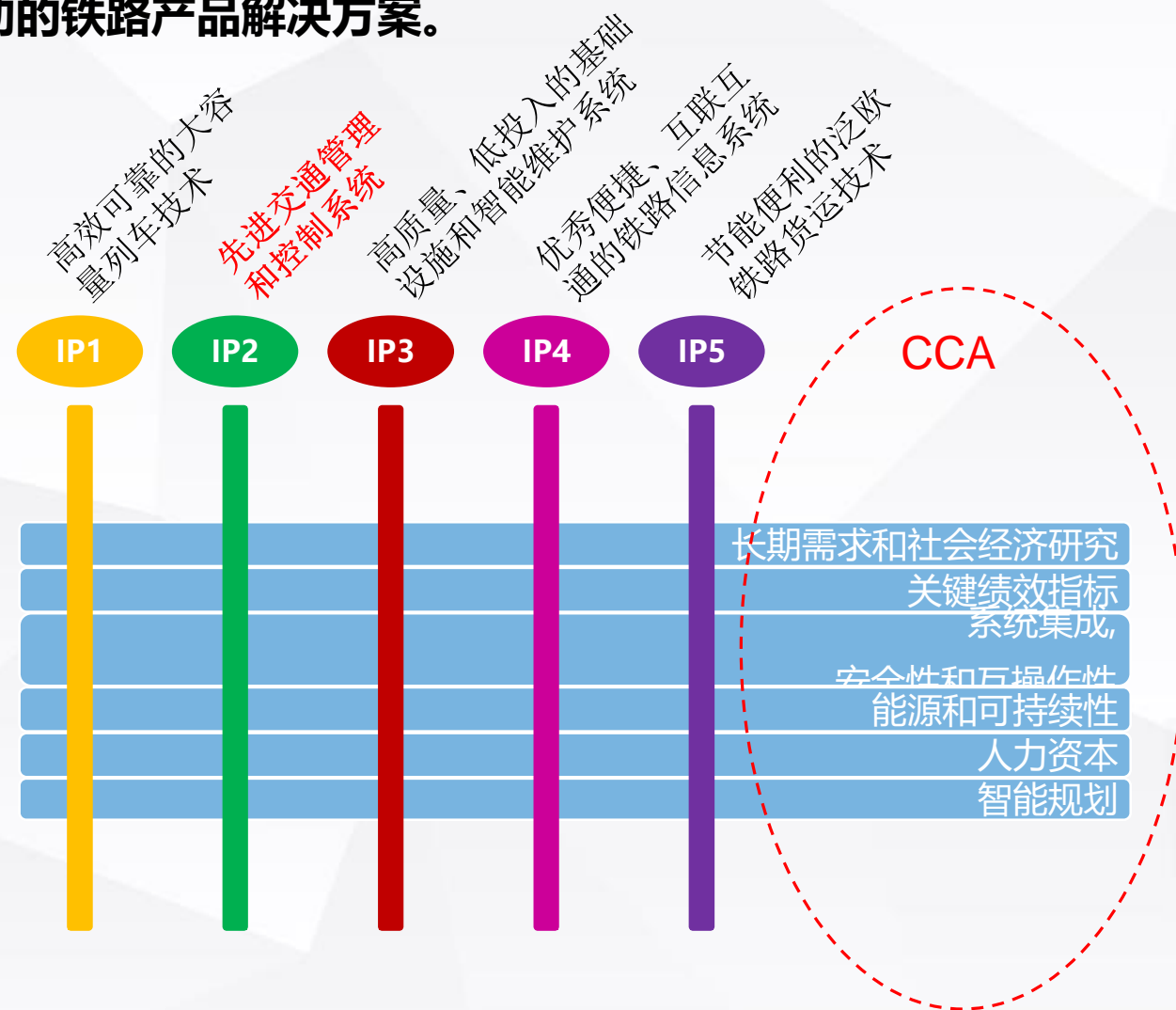
- 1 TMS项目总体情况**
- 2 TMS需求分析**
- 3 TMS系统架构**
- 4 启示**

➤ “Shift2Rail计划”是2014年启动的欧盟史上第一个大型铁路科研创新项目，它的目标为通过加速新技术和先进技术的集成，创新先进的铁路产品，出台以市场为驱动的铁铁路产品解决方案。

➤ Shift2Rail的核心目标为：

- 降低铁路运输的生命周期成本到50%；
- 铁路运力提升100%；
- 准时性和可靠性增加50%。

➤ Shift2rail的研发重点包括**5个创新计划**(Innovation Program, IP)，以及**1个交叉活动** (Cross-cutting activities, CCA)。



➤ S2R中TMS相关内容主要为IP2中**TD2.9:Traffic Management Evolution**和CCA中的**WA4: Smart Mobility**。

➤ TD2.9:Traffic Management Evolution

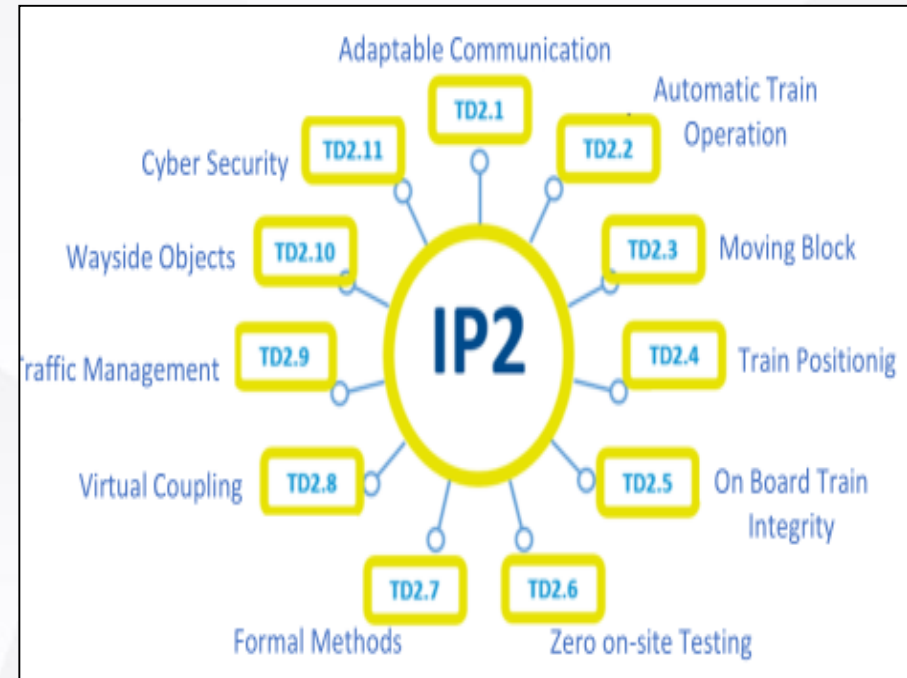
➤ **主要目标**：提升**运营管理流程标准化**和**集成程度**，旨在功能服务模块提升的

基础上实现**灵活性和可扩展性**

- 标准化数据结构
- 实时数据管理
- 流程自动化
- 资源（线路，列车，运维和能源）状态信息高度集成
- 通信设备，包括不同子系统，应用程序和客户端之间（内部、外部）接口

➤ 主要产出：

- 标准化工作台可以处理目前不同的工作流程
- 在TMS级别整合规划和控制的功能



➤ S2R中TMS相关内容主要为IP2中TD2.9:Traffic Management Evolution和CCA中的WA4: Smart Mobility。

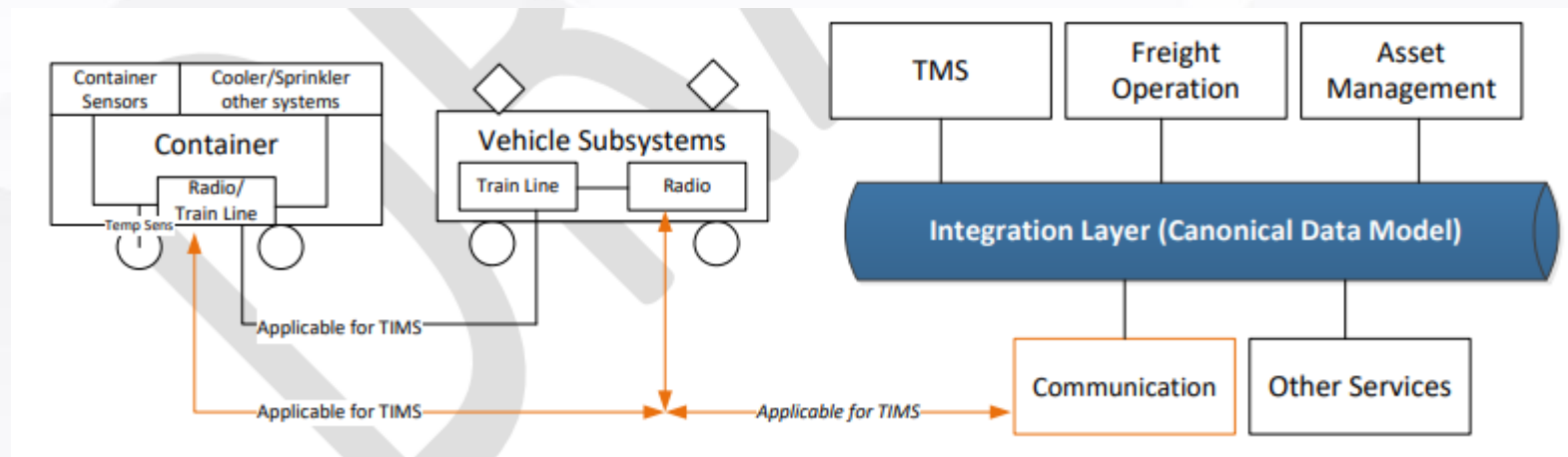
➤ **WA4: Smart Mobility**

➤ **WA4.1: Smart Planning**

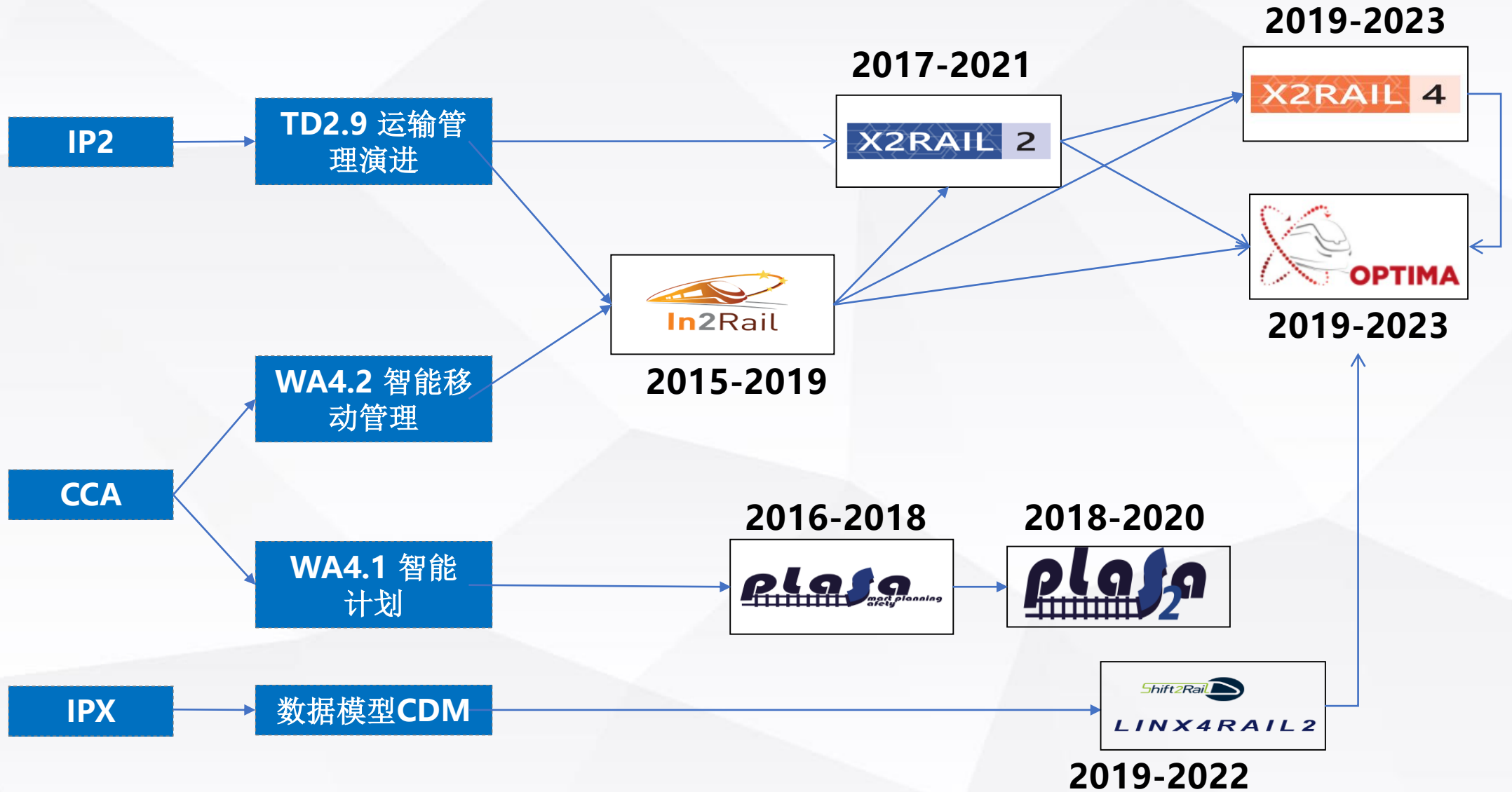
➤ **智能规划**的目的是通过精确的**宏观仿真**，使铁路利益相关者能够基于最新的数据，综合考虑所有基本信息，为整个系统做出**最佳决策**。

➤ **WA4.2: Integrated Mobility Management**

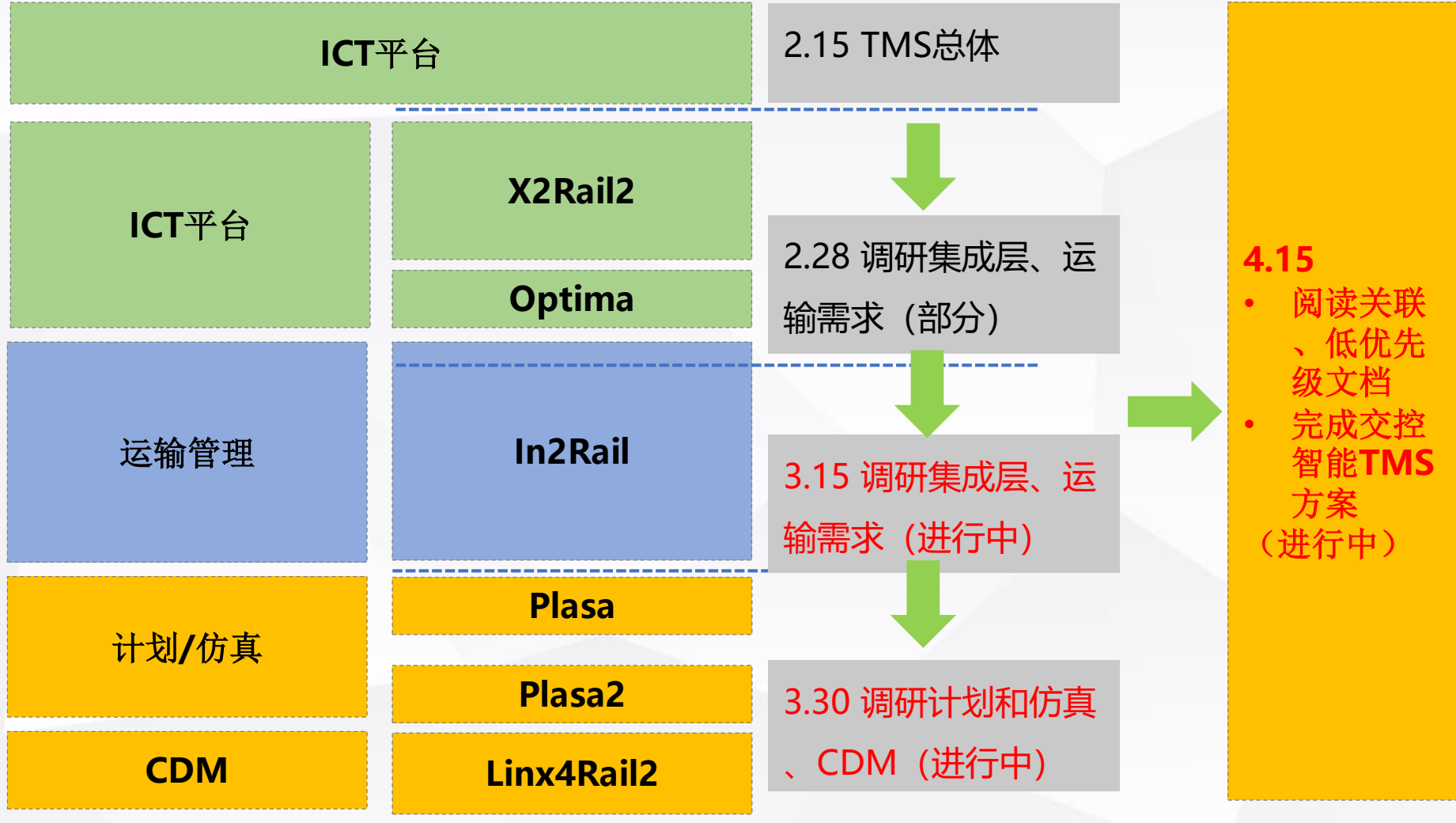
➤ 将所有必要元素整合到TMS中，以**实际和预测的运输资源**和**货运运营状态信息无缝整合**到一个运营管理流程中。



项目图标	项目名称	周期	协调员	所属	简介
	X2Rail-2 (WP6)	2017- 2021.4	西门子 (德)	IP2	平台, 增强轨道交通管理系统功能
	X2Rail-4 (WP08、09、10)	2019- 2023	西门子 (德)	IP2	升级, 运输管理演进
	OPTIMA	2019- 2023	欧洲工业联合会 (比利时)	IP2	通信演示平台
	In2Rail (I2M)	2015- 2019	铁路网络基础设施有限公司 (英)	灯塔项目 H2020	标准化的产品规格
	Plasa	2016- 2018	德国铁路 (德)	CCA	智能计划和虚拟验证
	Plasa2	2018- 2020	德国铁路 (德)	CCA	智能计划与安全, 打造更安全, 更强大的欧洲铁路部门
	Linx4Rail、 Linx4Rail2	2019- 2022	法国国营铁路 (法)	IPX	通用数据字典和全局系统建模规范的功能系统架构和概念数据模型

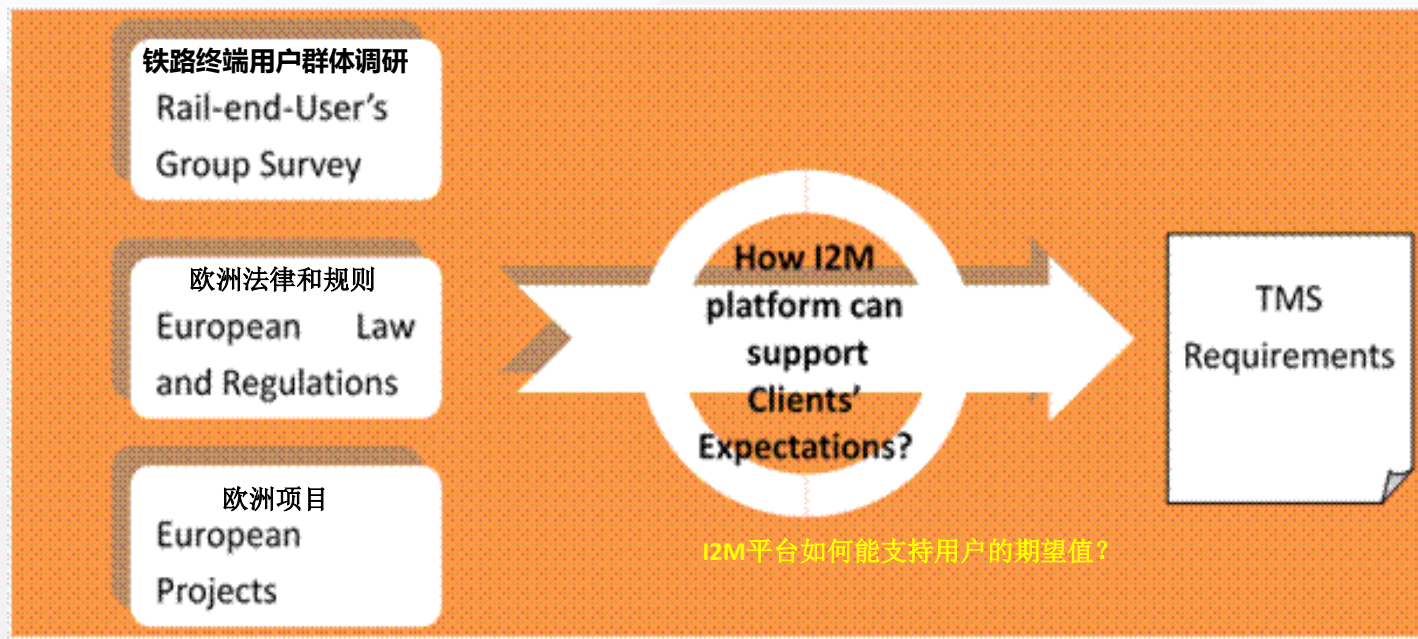


- 按照项目的框架分模块进行入研究



- TMS方向的产出文件主要包含针对**TMS系统需求、应用框架、集成层、调度工作台、概念验证**等方向的系统需求规范 (SRS)、方法和技术规范 (约30个文档)。
- 目前已完成约**50%**的文件初步研究。
- 本次介绍主要内容为：**需求分析、系统框架和调度工作站部分**内容。

- 1 TMS项目总体情况
- 2 TMS需求分析
- 3 TMS系统架构
- 4 启示



确定客户期望的全局方法

- 该方法确定和定义I2M平台建设的具体要求，以协助铁路基础设施管理人员（IM）和列车运营公司（TOC）开发新一代运输管理和乘客信息系统，并改进铁路旅行服务和质量。
- 为了更深入地了解客户的期望，采用了三种不同的互补方法。
- 根据这些小组的期望，对功能性和非功能性需求进行了审查，结果编制了一份清单。

铁路终端用户群体调研

- 重点关注**准时性**、**可靠性**和**可用性**，以促进**无缝和互联**的出行。
- 调查问卷是从**学术领域**和**合作伙伴**的经验及知识中确定的。从期望值与运营公司的关系出发，对期望值进行了描述，并对期望值进行了分类：**距离、行程时间、价格**等。
- 调查对象是欧洲（即**法国、意大利、西班牙和英国**）选定的一组客户协会。近**30个协会**应邀参加了调查。
- 结果是以**匿名和聚合**的方式进行分析 and 报告的，因此不可能将个别答案追溯到单个组织。

Before the journey: travel preparation and booking

1 = "not important"
5 = "highly important"

1. Easiness of planning a seamless journey *

How important is multi-modal ticketing, where all segments of the journey can be planned and bought together, from start to end, in line with a "door-to-door" vision (e.g. flight/ferry + train + metro + taxi/car sharing/car pooling + bike sharing + walking)
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
As a web service	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
On personal devices	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
At stations	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Easiness of booking door-to-door journeys and availability of tickets *

How important are the following initiatives:
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Sales platforms offering different route options, combining various multi-modal connections and comparing a range of carrier companies, for the same start to end points	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The chance to also purchase non-transportation offers in the same multi-modal ticket (e.g. hotels, concerts, exhibitions, etc.) and/or to plan your route there (e.g. calculating the train + metro + exhibition entrance time)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- 完成调查预计需要大约**45分钟**
- 总共有**81道**题目

欧洲法律和法规

- 2007年10月23日欧盟关于**乘客权利和义务**的第2007/1371/EC号法规：本条例规定了有关铁路企业提供信息的规则，运输合同、车票、执行合同计算机信息和预订系统铁路运输（CIRSRT）、责任问题、延误情况下的义务、对残疾人的保护和援助、服务质量监控、乘客人身安全风险管理、投诉处理。
- 其它法律法规，如TSI PRM机动性降低人员互操作性技术规范-TSI PRM-发布于欧盟官方公报L356/10-欧盟委员会法规（EU）1300/2014（2014年11月18日）

欧洲项目

- 由欧洲资助的一个具体项目，**ModAir Grant Agreement 314348**，提供了欧洲机场联运和联运现状的清晰视图。该项目涵盖了1997年至2012年的一系列欧洲项目。
- 该交付成果阐述了与运输管理系统和运输服务相关的有价值客户的期望，重点关注**准时性、可靠性和可用性**，以促进**无缝和互联**的旅行。



Customer Expectations		Examples
Travel preparation 运输准备	Being inspired Ease of planning a seamless trip 轻松规划无缝衔接旅程	在出行之前，乘客需要高质量、可靠和公平的信息去做出满足他们的需求的最佳出行选择的决策。强调整合所有联运方案等单一“旅行规划”（包括时间、最短衔接时间、定价和旅行方案等方面的透明度）。
	Availability and ease of "frictionless" buying door-to-door tickets 顺畅购买门到门车票的可用性和易用性	通过不同的销售渠道，在销售平台上集成出行计划和数据集成。付款方便，联程票。
	Information availability 信息可用性（避免信息过载）	信息是根据乘客特点精心组织和预先选择的，以避免数据过载并最大限度地提高乘客体验。向乘客提供有关车站连接和可达性的早期信息。
	More immersive shopping experience 沉浸式购买体验	“Best Buy” 提供智能替代方案（选择过程提供的关于车票选择和推荐信息可以帮助客户购买适合其需求的车票）。为乘客提供更有效的准备工作需要更详细旅程信息和旅程计划（互联网、旅行社）。
	Last minute booking 最后一刻预订	个性化和实时信息，例如门到门旅行的实时旅行选项需考虑干扰和延误等因素。
	Notification of variations in the 48 hours before the departure time of the trip 行程出发前48小时的变更通知	通过推送通知发送到乘客设备的信息，如果行程持续时间超过预期，则需要建议备选方案或告警等。
	Environmentally friendly public transport options 环保型公共交通选择	与TMS相关的环保驾驶方法降低能耗/碳排放。

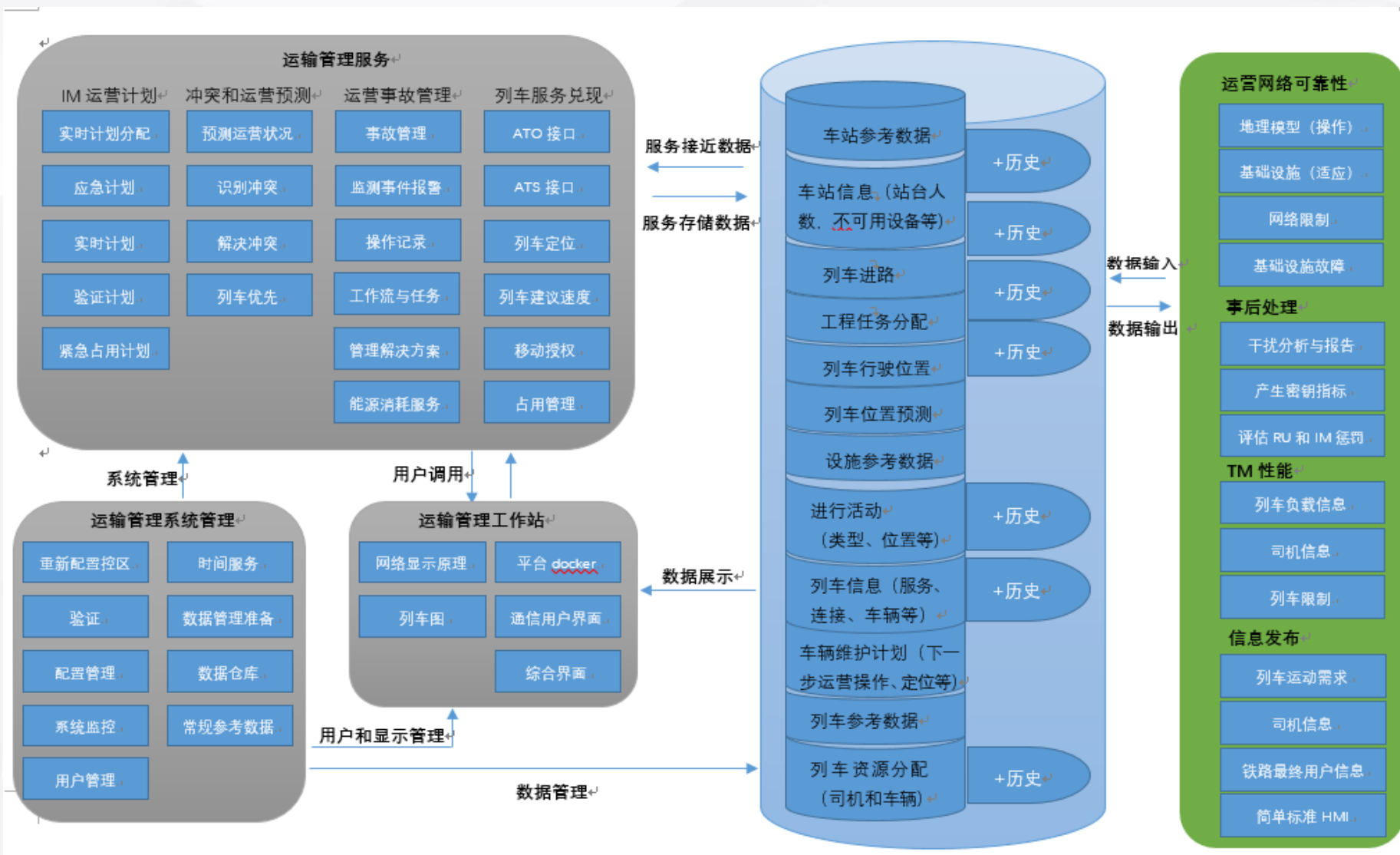
Customer Expectations		Examples
Railway stations 车站	Information on timetables and other means of transportation available 提供时刻表和其他交通工具的信息	将通知推送到客户的设备上，实时指示门到门旅行的下一个连接、列车站台和新的最新可用选项。通知应考虑乘客的偏好和实时数据。
	Ease of buying /changing integrated tickets at stations 易于在车站购买/更换联程车票	如果到列车晚点，由于先进的技术和与预订系统的数据集成，乘客可以在不损失更多时间、金钱或精力的情况下更换列车/运输工具。车站内用于更改预订的交互式信息亭。
	Train positioning, intelligent trains and intelligent infrastructure 列车定位、智能列车和智能基础设施	将服务调度、实时交通管理和终端管理系统与乘客自己的系统集成。
	Information on train platform accurate, punctual and available 列车站台信息准确、准时、有效	车站的的交互式信息亭
	Accessibility of stations or platforms 车站或站台的可达性	实时站台优化。寻找路径：地理定位（GPS）以及与谷歌地图合作开发一项服务，该服务向乘客的设备提供建筑物内部布局，并为他们在建筑物周围的移动导航。同声翻译：智能手机上有一个翻译标牌的应用程序，这对不懂当地语言的乘客可能特别有用。优化为有特殊交通需求的乘客提供援助的功能。

Customer Expectations		Examples
Travel 旅程中	Information on-board. Trip re-planning 在车信息。行程重新规划信息	将通知推送到客户的设备上，实时指示门到门旅程的下一次衔接、列车站台或最新可用选项。他们应该考虑乘客的喜好。需要一个旅行顾问在发生延误时自动提供其他旅行选择。
	Staff on trains 在车工作人员	与TMS相关的乘务人员重新安排的工具。
	Technology 技术	知悉确保安全和准时性的先进技术。列车属于未来，不属于过去。
	Punctuality and reliability 准时性和可靠性	列车按计划运行。
	Frequency of trains (regularity for mass transit systems) 列车频率（公共交通系统的法规）	-
	Speed 速度	-
	Capacity 容量	根据占用预测进行运输管理；数据集成。
	Delay management 延误管理	优化信息流。
	Safety 安全	预测分析和传感器结合提高列车定位和到达时间预测的准确性。

Customer Expectations		Examples
Post – Trip 旅程后	Reimbursement in case of delay and complaint-handling mechanisms 延误赔偿和投诉处理机制	数据整合以量化延误，并将延误归因于TOCs（运营公司）/lms（基础设施管理）。
	Feeling listened to. Improvement to next journey. 感受被倾听 在下一个旅行中改进	收集乘客反馈的数据和回复，了解乘客习惯，确保能力/列车频率足够满足乘客需求等。

Customer Expectations		Examples
Mode 模式	Connections 衔接/换乘	向乘客提供相关信息：车站衔接、可达性、通往和离开车站的各种公共交通方式（出租车站、公共汽车站）。
	Parking 停车	向乘客提供有关停车场的信息。
	Availability of through-tickets 提供直达票	综合票制：按标准定价的分组车票或联运车票。
	Waiting times 等待时间	信息和通信技术创新以支持乘客获取信息，例如使用最短衔接时间工具（MCT）。
	Redundancy of available alternative services 可用替代服务的冗余	
	Bike sharing 共享单车	
	Availability of information on customer devices and web based services 乘客设备和基于web服务的信息可用性	应用程序。
	Paper tickets should be phased out and replaced with a single smartcard technology that offers interoperability between all transport modes in Europe 纸质车票应该逐步淘汰，取而代之的是一种单一智能卡片技术，这种技术支持欧洲所有交通方式	虚拟车票：支持电话或其他电子设备的门到门电子车票。
	Journeys should be seamless where possible, with easy and guaranteed connections - or viable alternatives if things go wrong 旅程应该是无缝的：有便捷的和有保证的衔接，在出现问题时有可行的替代方案。	旅程中切换交通模式的可靠性是多式联运的核心。延误意味着乘客可能失去衔接，从而影响他们的整个旅程，进而对未来乘客选择多式联运方式产生负面影响。
	Door-to-door journeys are typified by seamless modal changes, with multimodal services available from a single booking 门到门旅程是典型的无缝交通模式转换，通过一个订实现单多模式服务	专家指出售票要求是最重要的要求之一。对于乘客而言，单一车票、单一价格和一站式购票对于所有联运预订是十分重要的。
Improved interchanges between modes are required to reduce overall travel time and associated risk, with easy-access transport hubs and informative signage 为了减少总的旅行时间和相关的风险，需要改善交通模式之间的转换，并提供方便的交通枢纽和信息标牌	轻松获取所有联运相关的出行信息，让客户做出最合适的出行选择。 跨模式的标准化信息。	

Customer Expectations	Examples
Information 信息 Real-time information availability 实时信息可用性	乘客收到实时信息（例如延误、作业、取消、替代路线和衔接）并且这些信息准确可靠是很重要的。这一点是被咨询的一些专家重点强调的，通过消除不确定性、提供保障和使乘客能够作出替代安排，有助于减轻因中断或不可预见的问题而带来的乘客不满、压力和沮丧。
Client recognition and customization of real time information 客户认可和实时信息定制	
Travel information provided on passengers' devices 乘客设备上提供旅程信息	
Information must be easy to obtain and easy to understand 信息必须易于获取和理解	信息是选择联运旅行的先决条件。事实上所有的乘客都需要各种各样的信息，不仅在旅行之前，还有旅行中，有时也在旅行之后。
Onboard information services 在车信息服务	
Identify real-time train location and distribute this information to passengers. Personal mobile devices could automatically receive updates about train positions and other relevant information 识别实时列车位置并将此信息告知乘客。个人移动设备可以自动接收有关列车位置和其他相关信息的更新。	
Real-time multichannel information throughout the journey 全程多通道实时信息	在车上和在车站获取信息，包括：列车延误、取消、站台变更、时刻表变更、作业、任何中断（罢工、天气）。交互式信息亭：提供最新信息的独立办公桌或交互式计算机终端。
Easy to find out about services and tickets, for example via a journey planner 容易获取服务和机票，例如通过一个旅行规划	虚拟车票：支持电话或其他电子设备的门到门电子车票。 火车站乘客服务：支持火车站买票。
Connections are held or reasonable alternatives offered. 保持衔接或提供合理的替代方式。	旅程中切换交通模式的可靠性是多式联运的核心。延误意味着乘客可能失去衔接，从而影响他们的整个旅程，进而对未来乘客选择多式联运方式产生负面影响。
Security 安全	信息也应该确保安全。首先应加强对网络攻击的防范，其次信息应以个人为基础提供，以便第三方无法追踪个人。



In order to confirm that the selected requirement matrix breakdown was consistent with the ongoing projects, it has been compared to the Principal Feature extract from the TMS program of Network Rail.

为了确认选定的需求矩阵分解与正在进行的项目一致，将其与英国国营铁路公司TMS项目中提取的主要特征进行了比较。



Microsoft Excel 工作表

Criteria	Definition
Service offering	Modes, network, operation, adequacy and attractiveness of the offer, service reliability
Accessibility	From the outside, inside the network, availability of tickets
Information	General, in normal situation, disturbed situation
Duration	Duration of the journey, time
Attention to the client	Commitment, client interface , personal, assistance, purchase of securities
Comfort	Operation of equipment, seating and space staff, passenger comfort, environmental conditions, complementary facilities
Security	Protection against aggression, accident prevention, emergency management
Environmental impact	Pollution, natural resources, infrastructure

The EN13816 (Transportation. Logistics and services. Public passenger transport. Service quality definition, targeting and measurement) requires definition of the service quality, which shall be relevant, specific, and customer focused. Decisions about what to monitor should be based on the customer priorities: each measurement should have a specific purpose.

EN13816标准“运输，物流和服务，公共客运，服务质量定义，目标和测量”定义了服务质量应明确、**具体并以顾客为中心**。应基于客户优先级决定监控内容：每次测量都应有特定目的。

标准	定义
提供服务	提供服务的模式、网络、操作、充分性和吸引力，服务的可靠性
可访问性	从外部访问，内网，购票难易
信息	总体情况，通常情况，扰动情况
时间	旅程，时间
关注乘客	承诺，客户界面，个人，协助，购买安全
舒适度	设备运转，座位及空间，乘客舒适度，环境条件，辅助设施
安全	防范攻击、事故预防、应急管理
环境影响	污染，自然资源，基础设施

表3-服务质量的8个标准及说明



2.6 关键绩效指标KPI (续)

PERFORMANCE UNDER NORMAL OPERATION 正常运营表现

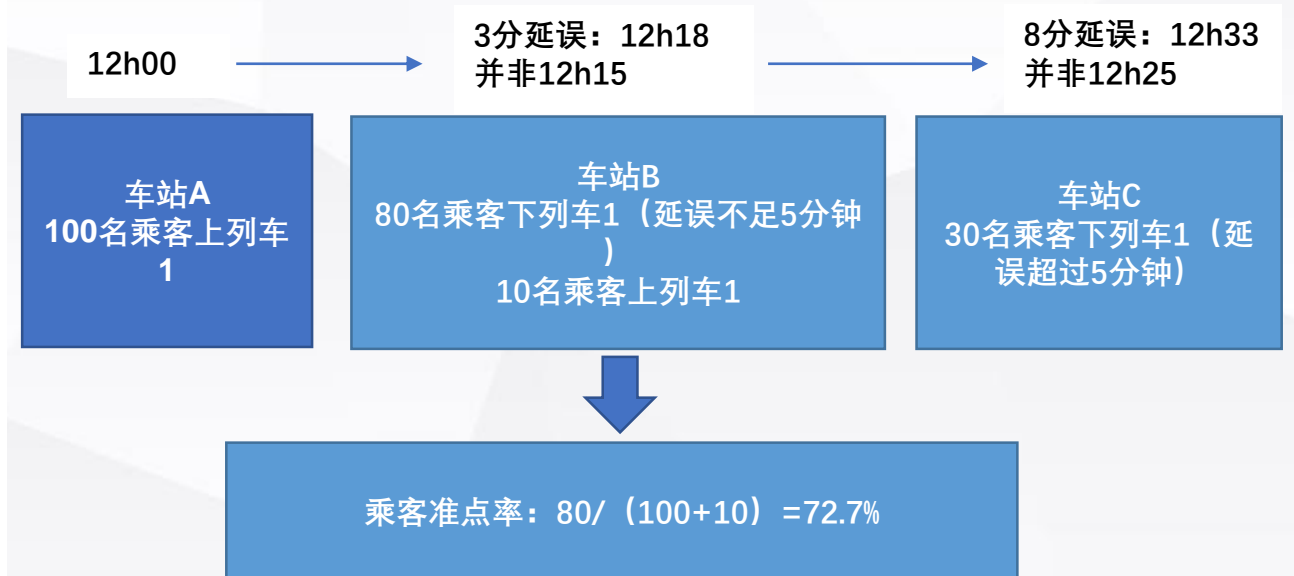
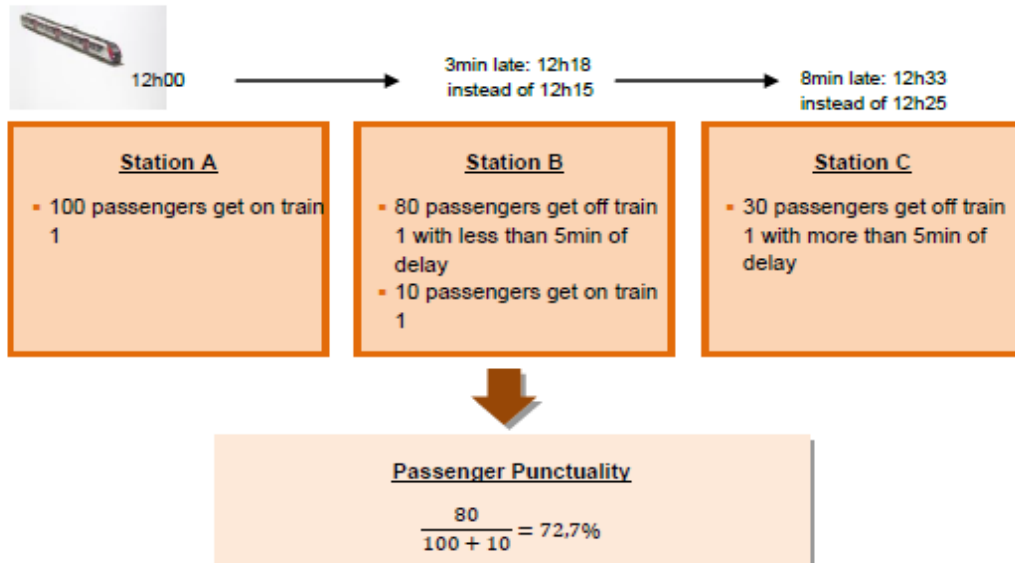
KPI 关键绩效指标	Defined for (by) 定义	Main rail objective 主要铁路目标
CAPACITY 运能		
Number of trains running 列车运行数量	Freight service (RNE) 货运服务(RNE)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Number of trains scheduled (Path train) 计划列车数量 (通过列车)	Passenger service (AQST) 旅客服务(AQST)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Train-km (run) 列车公里 (运行)	Passenger service (NR) 旅客服务 Freight service (NR) 货运服务 Freight service (RNE) 货运服务	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Number of available passenger (ton - for freight) kilometres 可用乘客数 (吨-货运) 公里	TMS assessment (TRV) TMS评估 (TRV)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Peak headway targets by line (minimum interval between two trains) 线路高峰间隔目标 (两列列车之间的 最小间隔)	Metro service 地铁服务	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Percentage of passengers that waited less than the reference headway 等待时间少于参考间隔的乘客百分比	Metro service 地铁服务	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
MEET THE TIMETABLE PLANNED 满足计划的时间表		
Total number of trains operated by each TOC / FOC which use alternative route 每个TOC / FOC使用替代路线运营的列车总数	TMS Assessment (NR) TMS评估 (NR)	Simplified business processes 简化业务流程

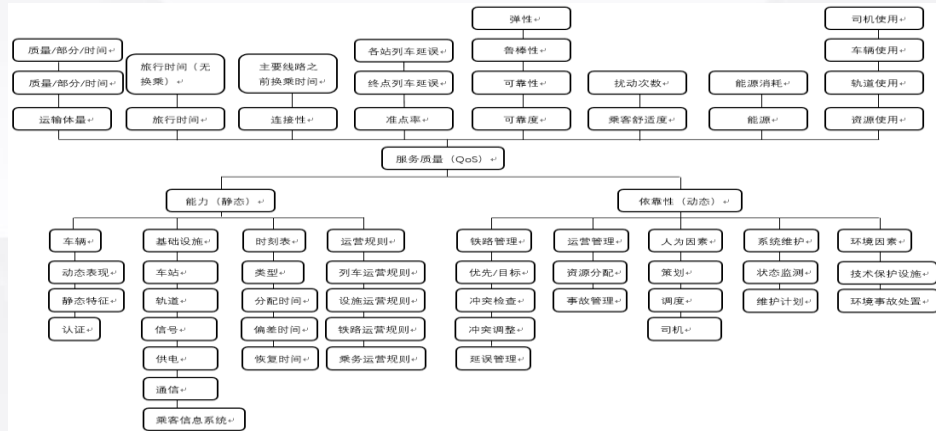
PERFORMANCE UNDER DISRUPTION 扰动下的表现

KPI 关键绩效指标	Defined for (by) 定义	Main rail objective 主要铁路目标
PUNCTUALITY 准点率		
Train Punctuality 列车准点率	TMS assessment (TRV) TMS评估 (TRV)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Number of minutes of delayed trains 延误列车时间	Freight service (RNE) 货运服务(RNE) Passenger service (AQST) 旅客服务(AQST) Passenger service (NR) 旅客服务(NR) Freight service (NR) 货运服务(NR) TMS Assessment (NR) TMS评估 (NR)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Right time 合适时间	Passenger service (NR) 旅客服务(NR)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Average delays 平均延误	Freight service (RNE) 货运服务(RNE) Passenger service (NR) 旅客服务(NR)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Average delay of trains late at departure 列车出发平均延误	Passenger service (AQST) 旅客服务(AQST)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Average delay of trains late at arrival 列车到达平均延误	Passenger service (AQST) 旅客服务(AQST)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
Average delay at departure 平均发车延误	Passenger service (AQST) 旅客服务(AQST) TMS Assessment (NR) TMS评估 (NR)	Improved services and customer quality 改善服务和客户质量
.....

KPI 关键绩效指标	Description 描述
<p>Proportion of passengers arriving less than 5 minutes late to their final station throughout the overall service (metro, bus and commuter train) 在整个服务期间延误小于5分钟的旅客比例 (地铁, 公共汽车和通勤列车)</p>	<p>On the basis of counts and field surveys, flows of passengers on a given line are modelled by time slice for each ride from one station to another one of the line. The comparison between these theoretical times and actual train movement at each station allows the collection of the number of passengers arriving less than 5 minutes late at their final destination. The result is the ratio of the number of these passengers to the total number of passengers on the line. 根据计数和现场调查, 对于从一个站点到另一站点的每次乘车, 都将根据时间片对给定线路上的乘客流量进行建模。将这些理论时间与每个车站的实际列车运行时间进行比较, 可以收集到达目的地不到5分钟延误的乘客人数。结果是这些乘客人数与线路上乘客总数的比率。</p>

Example





KPI	Description
Transport Volume (TV) 运输量 (TV)	$TV = \max f(V^P, V^F, V^{PD}, V^{FD}, w_m^{TV}) \text{ subject to } c_j^{TV}$ <p>Where: V^P = number of available passenger kilometres per unit time; V^F = number of available cargo tonne kilometres per unit time; V^{PD} = passenger kilometres demand per unit time; V^{FD} = cargo tonne kilometres demand per unit time</p> <p>Weighting functions are dependent on operating priorities of a line or network.</p> <p>V^P = 每单位时间的可用乘客公里数; V^F = 单位时间内可用货物吨公里数; V^{PD} = 每单位时间的乘客公里需求; V^{FD} = 单位时间的货运吨公里需求</p> <p>加权功能取决于线路或网络的运行优先级。</p>
Journey Time (JT) 旅程时间 (JT)	$JT = \min f(T_i, T_m^I, w_m^{JT}) \text{ subject to } c_j^{JT}$ <p>Where: T_i = total planned journey time between station i and $i+1$ (no transfer); T_m^I = minimum sectional running time between station i and $i+1$</p> <p>T_i = 站和 $i+1$ 站之间的计划总行程时间 (无换乘); T_m^I = 站和 $i+1$ 站之间的最小分段运行时间</p>
Connectivity (CN) 连接性 (CN)	$CN = \min f(I_i^P, I_i^F, I_i^{PM}, I_i^{FM}, w_m^{CN}) \text{ subject to } c_j^{CN}$ <p>Where: I_i^P = ith passenger interchange time between services; I_i^F = ith freight interchange time between services; I_i^{PM} = ith minimum passenger interchange time between services; I_i^{FM} = ith minimum freight interchange time between services</p> <p>I_i^P = 服务之间的乘客交换时间; I_i^F = 服务之间的货物交换时间; I_i^{PM} = 服务之间的最短乘客交换时间; I_i^{FM} = 服务之间的最短货物交换时间</p>

ON-TIME项目促成了标准评估框架的开发：基于服务质量 (QoS) 的关键绩效指标 (KPI)，度量标准和评估规则。

A good source of performance indicators is provided in the Passenger Demand Forecasting Handbook (PDFH) [ATOC 2015]. It proposes a formula for calculation of demand change:

$$I_j = (GJT_{new} / GJT_{base})^E$$

The demand calculation is based on a generalized journey time, which seems to be calculated as follows:

$$GJT = \frac{(T_{inVehicle} + T_{delay} \cdot k_1) \cdot k_2(C, Q) + T_{waiting} \cdot k_3(C, Q) + P_{interchange}}{P}$$

with

- $T_{inVehicle}$ - Passenger Time in vehicle
- T_{delay} - Average delay. The evidence shows that each additional minute of average delay is equivalent to several minutes of journey time. Factor k_1 represents this fact.
- C - Crowding in train or station
- Q - Quality of train or station
- k_2 is a factor which is a function of crowding in the train and the train quality
- k_3 is a factor which is a function of crowding at the station and the station quality
- $P_{interchange}$ - is a penalty due to interchange between services. Typically one interchange equals to 30 minutes of journey time in metro use case.

Although most of the criteria for demand increasing are static from the TMS point of view, the delay and crowding can be measured and influenced by the traffic management system. Especially in the metro use case the number of vehicles per service can be adjusted to the current demand increasing the service frequency, reducing crowding and waiting time at platforms.

旅客需求预测手册 (PDFH) [ATOC 2015]提供了良好的绩效指标。它提出了计算需求变化的公式：

$$I_j = (GJT_{new} / GJT_{base})^E$$

需求变化的指数：
 GJT - 加权旅程时间
 E - 时间弹性

需求量的计算是基于一般的旅行时间，其计算公式如下：

$$GJT = \frac{(T_{inVehicle} + T_{delay} \cdot k_1) \cdot k_2(C, Q) + T_{waiting} \cdot k_3(C, Q) + P_{interchange}}{P}$$

↑ 系数，乘车时间。
 T_{in} - 平均延迟。证据表明，每增加一分钟平均延迟相当于几分钟的旅行时间。因素k₁代表了这一事实。
 C - 拥挤在列车或车站。
 Q - 列车或车站的质量。
 k₂ - 是火车拥挤和列车质量的函数。
 k₃ - 是站台拥挤和站台质量的函数。
 P - 由于服务之间的换乘而产生的惩罚。在地铁用例中，一次换乘通常等于30分钟的旅程时间。

尽管从TMS的角度来看，大多数增加需求的标准都是静态的，但是延迟和拥挤可以通过交通管理系统来衡量和影响。特别是在地铁用例中，可以根据当前需求调整每辆服务的车辆数量，从而增加服务频率，减少站台上的拥挤和等待时间。

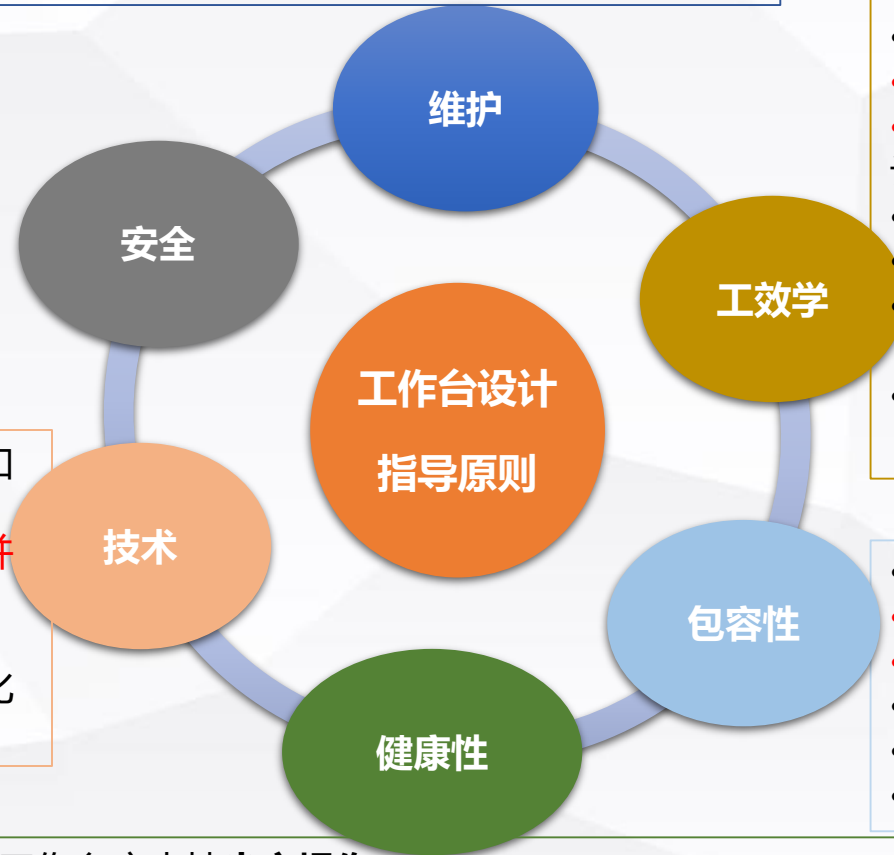
旅客需求预测手册 (PDCH)

基于IN2RAIL项目、ON-TIME项目、PDCH文件、CoMET指标等指标体系，欧盟会完善TMS相关指标，最终的文档目前还没有看到，需要继续跟踪。

- **即插即用架构**，库存可用的部件，当需要更新时发布软件，如标准的变化，规则的变化，软件中的bug。

- 需要确保有**正确的流程和程序/技术**来确保用户的**正确授权/认证**。

- 技术应**支持未来用户需求**，例如支持分布式认知；
- 所使用的技术应**增强用户体验并吸引年轻一代**；
- 工作台应采用**集成桌面技术**；
- 它应该是**快速和容易配置**个性化的界面和工作台。



- 工作台应支持**坐立操作**
- 工作台应鼓励尽可能多的**运动**，减少长时间的静态姿势
- 工作台应能够**协作共享休息或工作**
- 工作场所应提高**舒适度**，从而提高工作积极性和工作表现。

物理:

- **视域、视距、操作域、置腿空间**；
- 微热环境由每个用户自定；
- 用户应该能够**配置**他们的桌面和个性化设置；
- 尽可能使用一个屏幕，以减少屏幕上**信息的中断次数**。

认知:

- 工作台应支持用户主动而不是被动地做出决策；
- 用户应被视为系统的一部分，让用户处于**闭环内**；
- 工作台应支持**分布式认知**，支持**通信和信息共享**，实现**协同决策**；
- 信息应在**正确的时间以正确的格式提交给正确的人员**，以创造最佳的工作量水平，以实现铁路的高性能和安全管理。

• 适合**轮椅进出**。

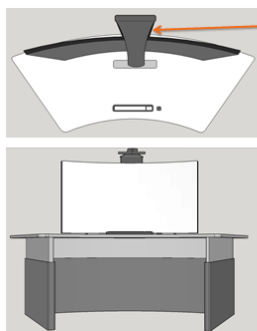
- 支持**行动受限**或**视力有障碍**的用户。
- 确保可以同时使用多个**输入设备**。
- 确保多种**反馈**方法和多种**关注**方法。
- **可配置**的显示，以支持个人用户的需求。
- 尽可能使用**辅助技术**。

概念1

单一的**曲面屏**，坐立式工作台，整合的桌面，鼠标键盘输入，工作照明，登录组件，可手动调节的屏幕高度、角度、距离。

Concept 1

- Single curved Screen,
- Sit-Stand Workstation,
- Integrated Desktop,
- Keyboard and mouse input.



• Task Lighting

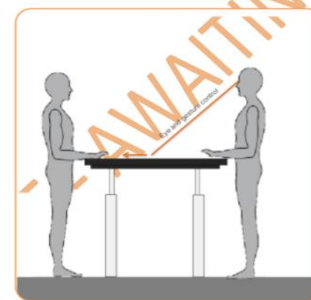
• Log in to system via a logging on component - managed via passwords.

• Manually adjust screen heights, screen distance and screen angle.

概念3

其开发不是为了取代传统的工作台，而是在某些场景下，如故障协作处理或在一天结束进行汇报时，作为一个协作支持的决策工具

Concept 3 - Pod and Scenario Support Tool (Table)



Multi-touch screens

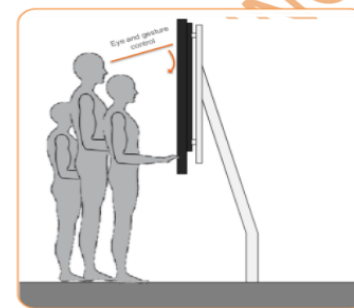
Supports collaborative working during certain scenarios:

- Resolving Incidents
- Training, (in addition to/ to compliment training on users required workstations).
- De-briefing/Lessons Learnt



Adjustable Screen Angle

Concept 3 - Pod and Scenario Support Tool



Multi-touch screens

Supports collaborative working during certain scenarios:

- Incident
- Training (in addition to/ to compliment training on users required workstations).
- De-briefing/Lessons Learnt



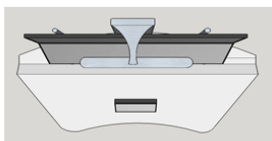
Adjustable Screen Angle

概念2

坐立式工作台，多种输入设备（**触摸屏、键盘等**），微小的环境调节，实现个性化设置保存在用户日志上，电脑调节屏幕高度、角度、距离。

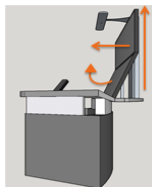
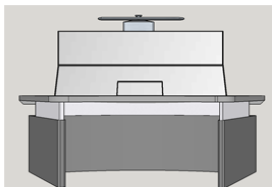
Concept 2

- Sit-Stand Workstation
- Multi-input devices (Touchscreen, Keyboard and mouse and eye/gesture control).
- Micro Climates and sound proofing.



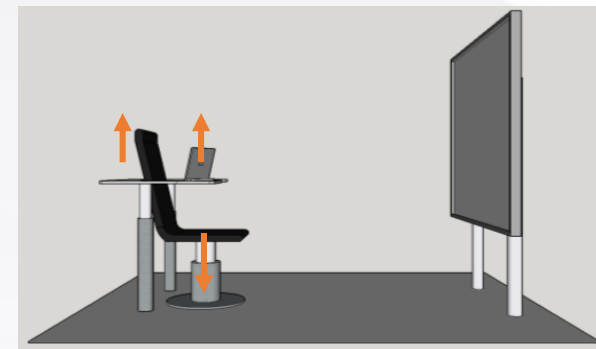
• Computer controlled adjustment of screen heights, screen distance and screen angle

• Personalised set up on user log on workstation.

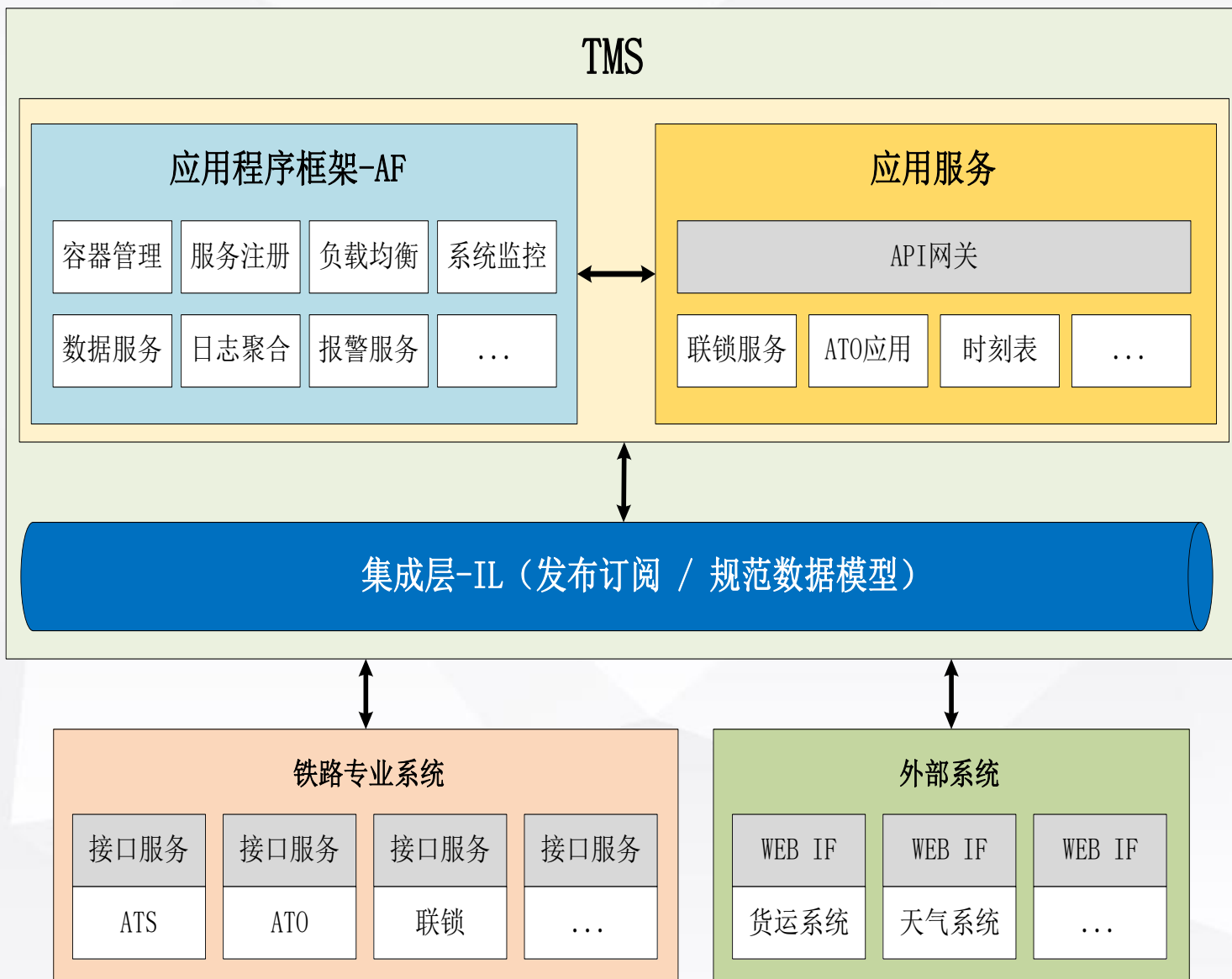


概念4

大型工作台桌面的需求被触摸屏控制系统取代，**大屏幕**，可以提高或降低高度，椅子可以降低或升高



- 1 TMS项目总体情况
- 2 TMS需求分析
- 3 **TMS系统架构**
- 4 启示



TMS

是支持多运营商的微服务分布式架构

TMS有两个主要组成部分：**集成层-IL**、**应用程序框架-AF**

应用程序框架-AF

支持TMS调度和运营的标准化集成ICT环境

- ① 微服务、容器、容器调度编排
- ② 开发、部署、监控、运维、容灾

集成层-IL

高性能通信平台

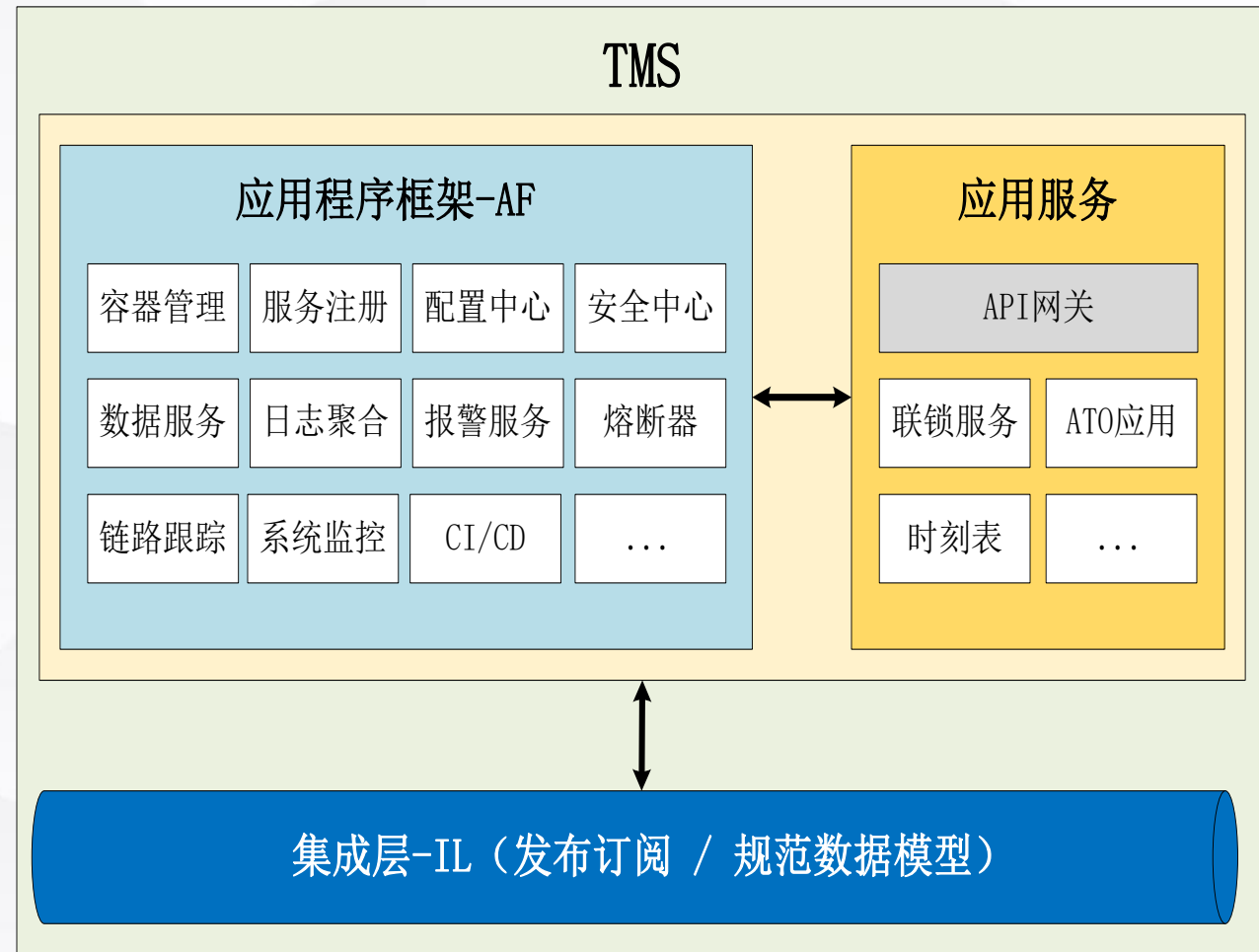
- ① 数据标准化访问，规范数据模型（CDM）
- ② 通过发布-订阅机制提供对数据的访问接口

应用程序框架-AF

支持TMS调度和运营的标准化集成ICT环境，通过集成层与外部系统通信，实现应用的即插即用。

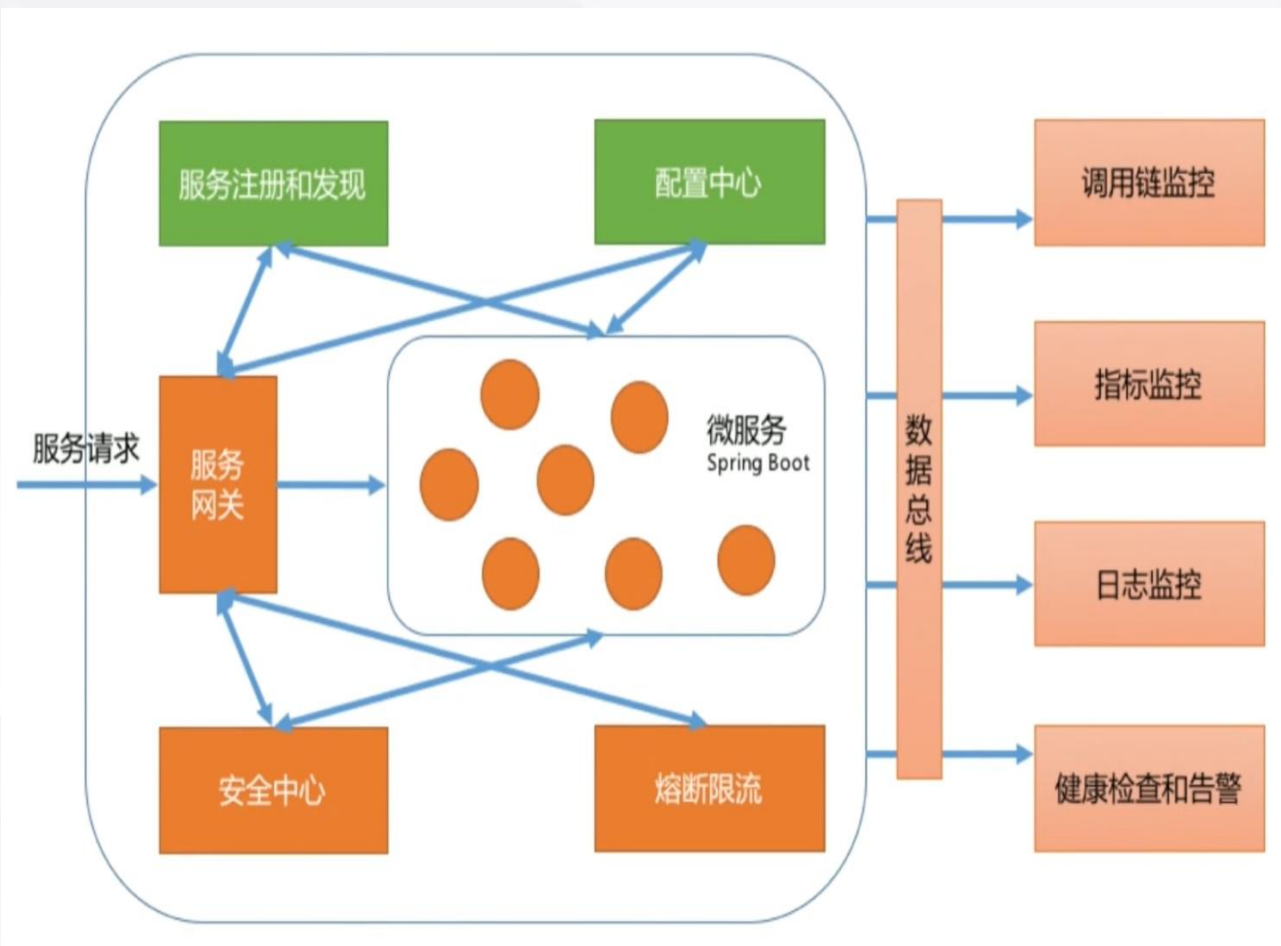
AF关键技术

- ① 微服务：采用微服务分布式架构
- ② 容器：微服务容器化部署，支持容器的编排调度
- ③ 监控：系统监控、服务监控、日志聚合、链路跟踪
- ④ 可用性：高可用、负载均衡、故障转移、水平扩展等
- ⑤ 开发运维：采用DevOps理念，搭建CI/CD流水线
- ⑥ 容灾：建立不同地理位置的控制中心，容灾切换



微服务架构

微服务是用一组小服务构建的一个应用，服务运行在不同的进程中，**服务之间通过轻量的通讯机制进行交互**，并且服务可以通过自动化部署方式独立部署。



微服务优点

- ① 服务解耦
- ② 独立的开发环境
- ③ 独立的部署环境
- ④ 更高的扩展性

微服务重要功能

- ① 服务注册与发现
- ② 服务网关
- ③ 安全中心、配置中心
- ④ 负载均衡、熔断限流
- ⑤ 监控告警、日志审计

容器

方便做持续集成并有助于整体发布的虚拟化技术。容器之间互相隔离，每个容器有自己的文件系统，容器之间进程不会相互影响，能区分计算资源。

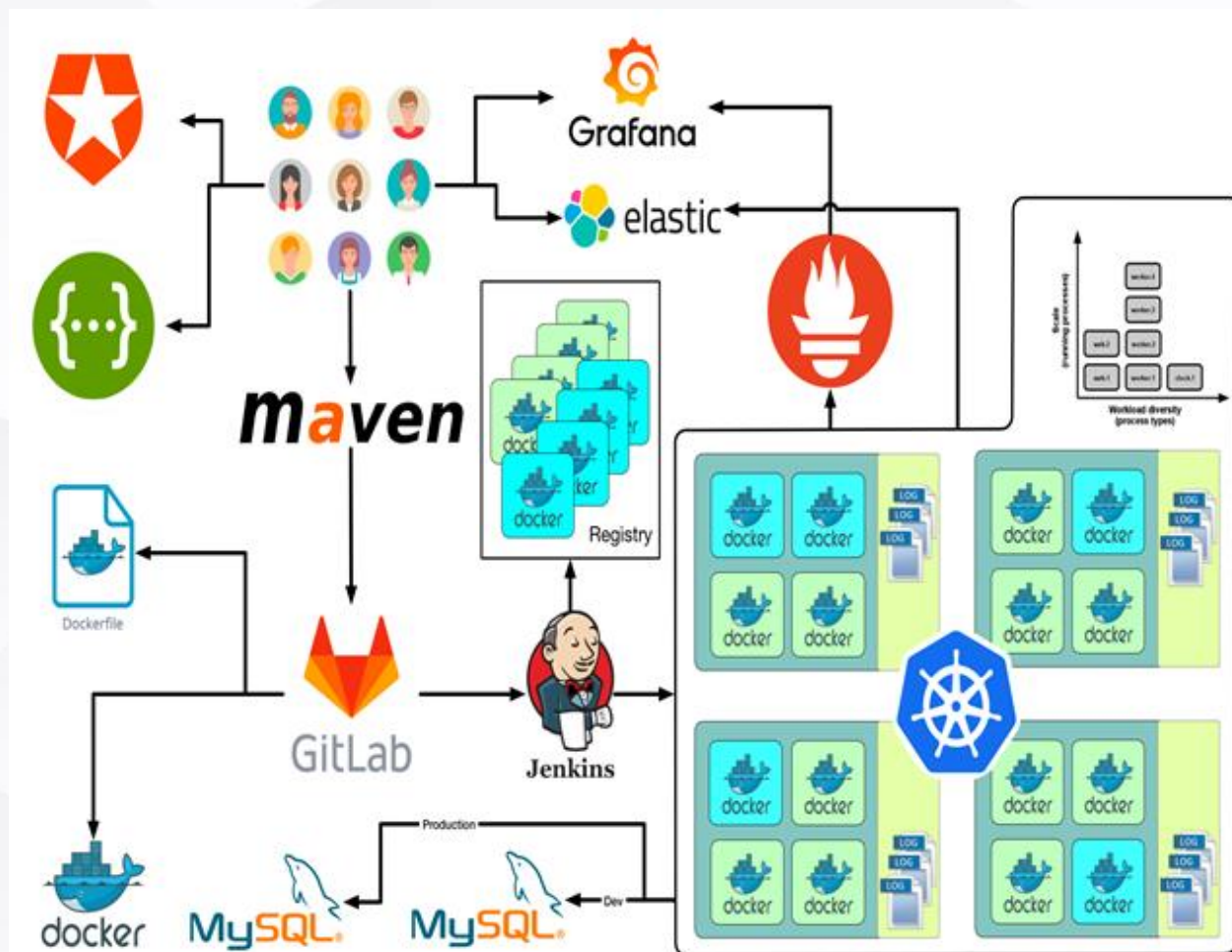
一次构建，随处运行

- ① 更快速的应用交付和部署
- ② 更便捷的升级和扩缩容
- ③ 更简单的系统运维
- ④ 更高效的计算资源利用

开发/运维 (DevOps)

采用DevOps理念，搭建CI/CD流水线

- ① 持续集成 (CI)
- ② 持续交付 (CD)
- ③ 持续部署 (CD)



监控报警

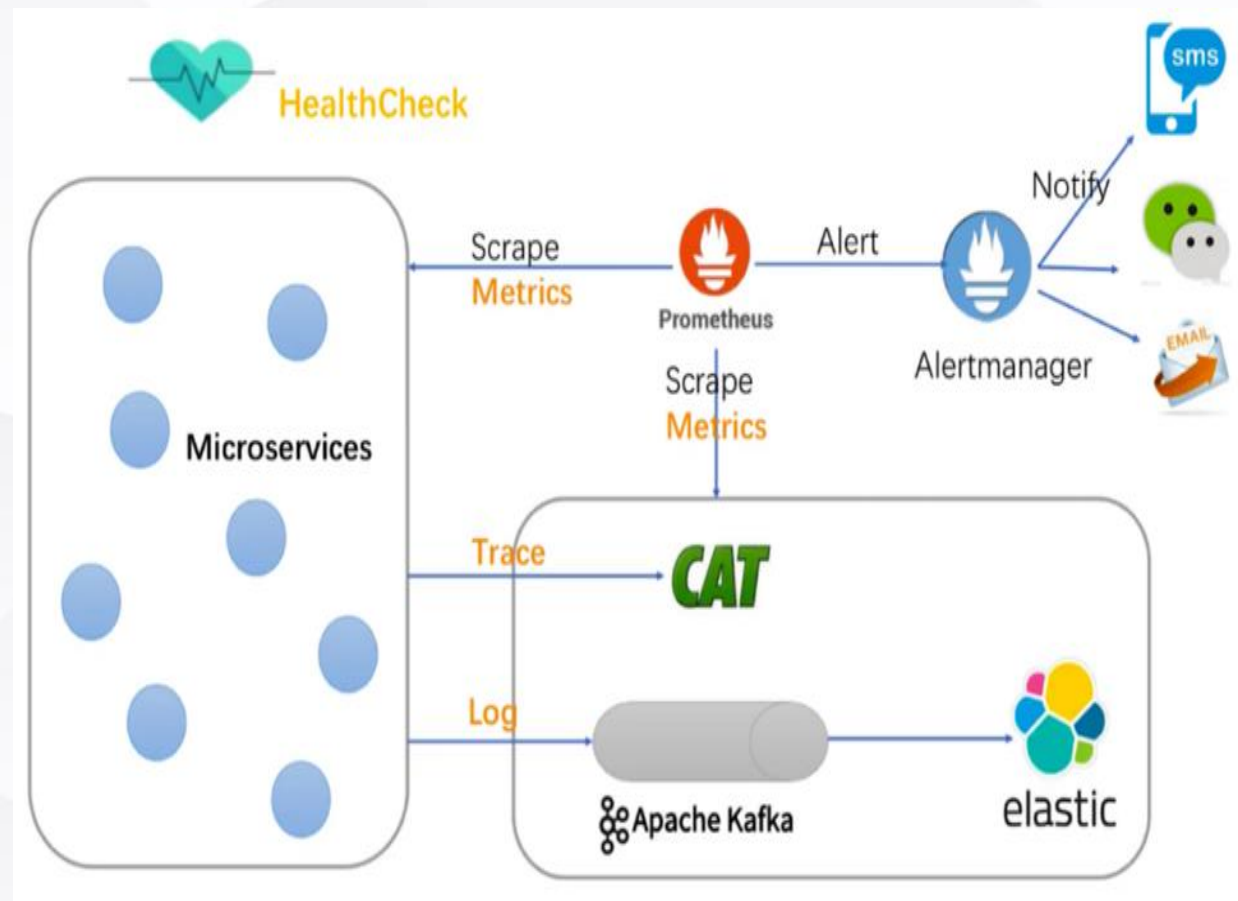
微服务架构，需要一个设计良好的监控系统对各个微服务的运行状态进行监控，出现故障及时报警、通知。

监控方式

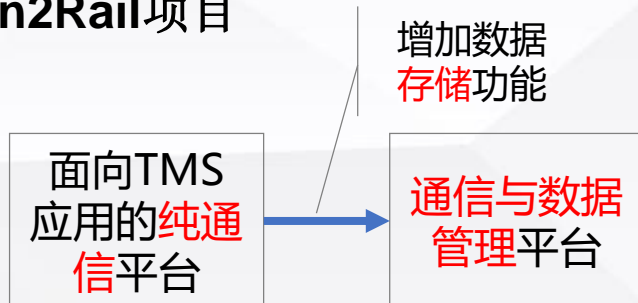
- ① 指标监控：服务器、网络、应用服务、功能模块
- ② 调用链监控：追踪调用关系，定位问题、性能瓶颈分析
- ③ 日志聚合：人员操作日志、系统运行日志

报警

- ① 报警分类：业务报警、系统报警
- ② 业务报警：结合业务场景，提供监控界面
- ③ 系统报警：使用开源工具，邮件、钉钉、企业微信等



In2Rail项目



- 集成层与业务无关，不关心业务数据内容；
- 确定采用内存数据网格(IMDG)技术原则；



X2Rail项目

集成层需求

- 支持发布订阅交互方式；
- 支持点到点交互方式；
- 支持请求-应答交互方式；
- 使用消息队列存储和传送数据；
- 可按消息优先级传输数据；
- 支持消息持久化；
- 按照消息内容路由消息；
- 按照主题级别进行数据访问控制；
- 平台独立、可扩展；

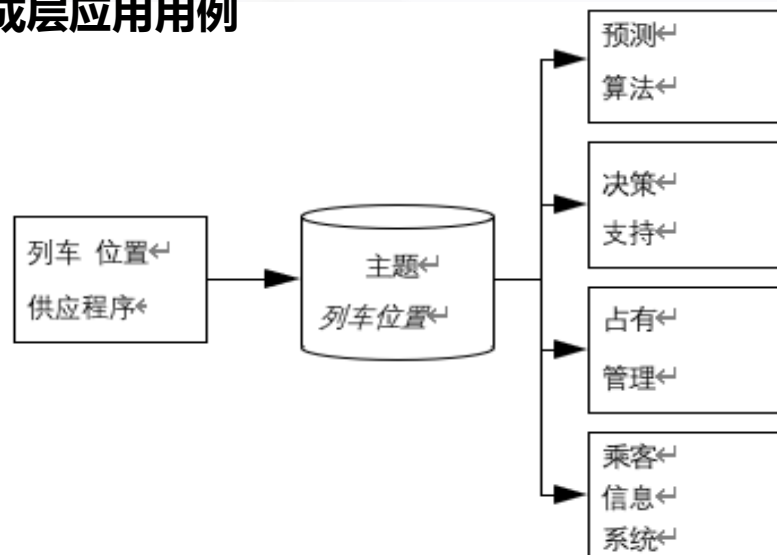
.....

集成层接口需求

- 数据生产者和消费者松耦合；
- 允许应用或模块访问特定键/值对；
- 允许应用或模块访问键/值对集合；

.....

集成层应用用例

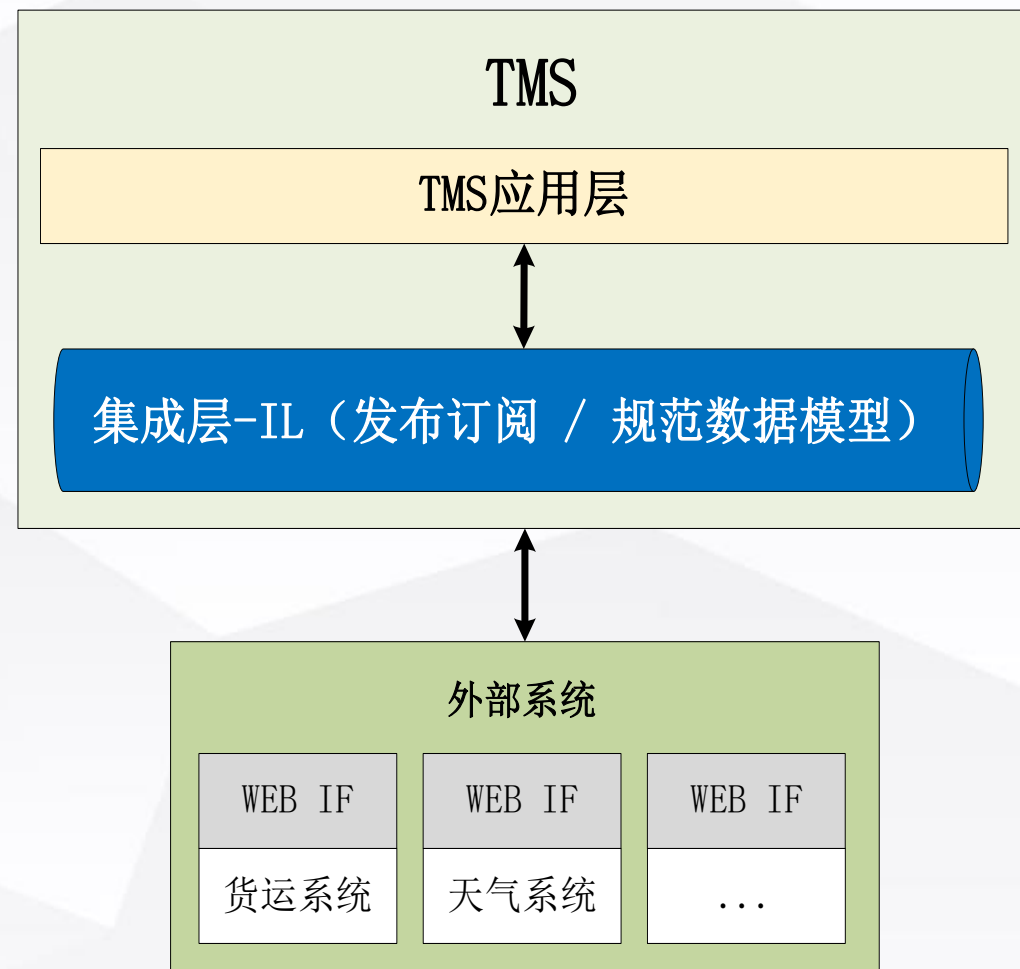


TMS与外部系统通信 (WEB IF)

TMS通过集成层与外部系统通信，着重于使用Web接口与外部系统之间的动态信息交换（即短期信息交换）。

WEB IF接口规范

- 满足基于网络的高性能通信
- 考虑外部基于网络的接口，包括移动端
- 能够表征动态业务需求
- 使用需求矩阵描述需求，需求矩阵应包括：需求标准、数据主题、功能性和非功能性需求列表、文件清单
- 使用用例详细的描述动态需求，用例应包括：标题、参与者、用例编制人、动态需求基线说明、信息交换、结果
- 基于规范数据模型（CDM）来定义主题



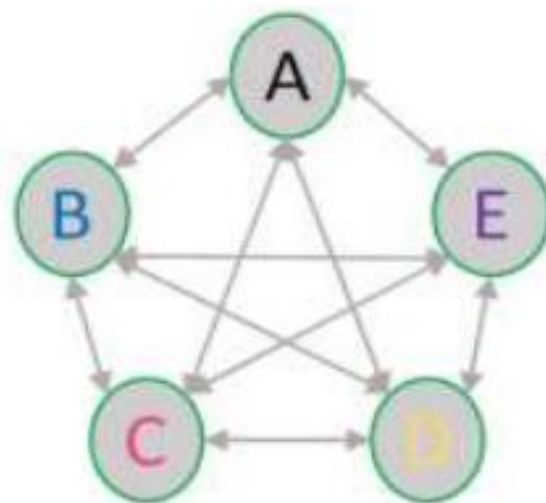
CDM: Canonical Data Model (规范数据模型)

范围

- TMS应用程序、外部系统和外部服务的软件组件将来应交换符合规范数据模型 (CDM) 的数据。

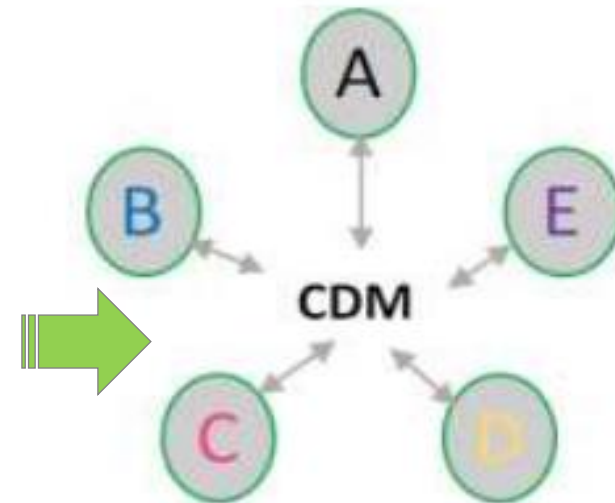
意义

- 将使其成为各个模型之间的桥梁，确保跨组织和系统边界保持对数据理解的一致性，并简化跨行业数据集的集成。



没有使用CDM

每种模型需要多达四个适配器来与其他模型完成信息交换



使用CDM
只需要一个接口

通过减少接口的数量，可以降低维护一个行业现有信息系统的成本，而增加新的系统只需实现一个支持CDM的接口即可实现。

模型驱动架构

- CDM是一个独立于平台的模型，它定义实体、它们的属性和它们之间的关系，而不关心在应用程序中如何实现。

逐步扩展

- CDM一个版本中不可能涵盖所有需求。因此，它应该是根据用户的需求逐渐扩展。

适应性

- 模型不能包含所有的内容，但它应该是允许扩展。

可分隔性

- 模型应该是可分割的，以使用户只关注自己的部分，避免整个模型的复杂性处理。

一致的设计模式

- 对模型的扩展，都应该以一种连贯一致的方式进行。

- 1 TMS项目总体情况
- 2 TMS需求分析
- 3 TMS系统架构
- 4 启示

- 1) 从基本的需求入手,全面梳理各方需求,构建系统,而不是简单的升级系统;
- 2) 打造数据、通信、协议平台,基于平台构建整个系统,系统具有更好的灵活性、可扩展性;
- 3) 从一开始就就是面向不同线路、不同厂商集成的系统;
- 4) 强调人机设计(工作站的设计),而不仅仅是功能实现;
- 5) 考虑很多未来扩展性,新技术升级带来的影响。



为了更好的轨道交通！

以匠心

敬创新