四方伟业与华为机场数智平台联合解决方案销售一纸禅

目标客户

各地机场（指挥部/信息化/数据部门）

机场**数智平台**运用物联网、大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术针对各环节资源实现良好整合，促使运行效率、安全保障能力及旅客体验得到提高，感测、分析、整合机场各种关键信息，全面覆盖机场空侧、航站楼、陆侧区域，实现对机场安全、服务、运营、保障、管理的精细化、协同化、可视化、智能化的运行与管理。

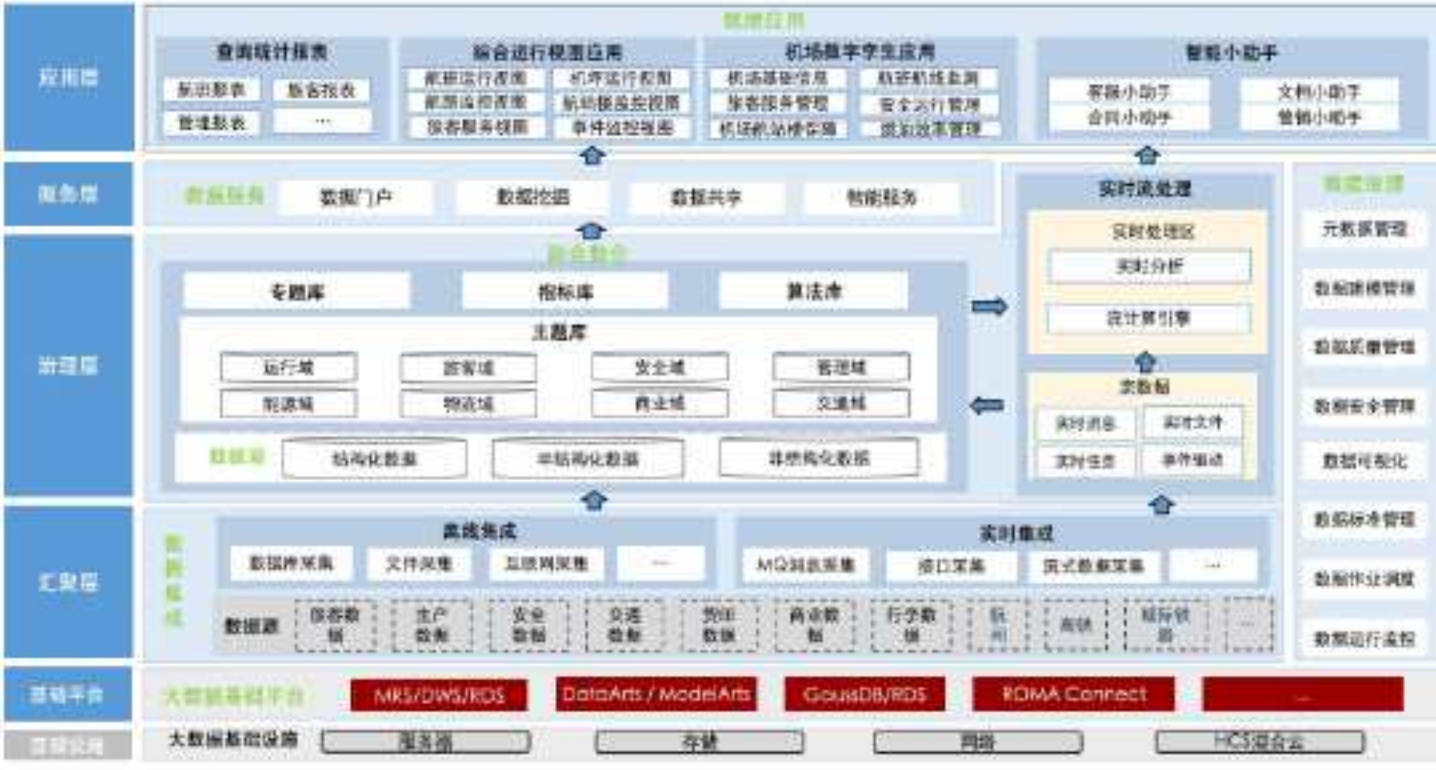
目标客户群

- **机场信息部门**：有数据基础，已经有多套业务系统支持业务运行，积累了海量业务数据支撑机场的稳定运行，需要与大数据厂商紧密合作，进行平台赋能、数据实施、系统维护、升级和故障排除。
- **机场集团信息公司**：作为项目的核心客户，信息公司支撑集团信息化建设，支撑机场管理需求，为领导提供实时掌握机场的运营状态、航班信息、安全状况等，以便做出快速、准确的决策。

解决方案

打造“一个平台、一套数据、N个应用”

机场**数智平台**解决方案依托华为云与四方伟业大数据数字使能平台，构建机场大数据赋能中心，聚合空间数据、感知数据、管理数据等实现数据采集、数据处理、数据存储、数据治理、数据应用、数字孪生、AI大模型应用等统一管理；结合机场生产、经营、安全、管控的实际业务情况，建设统一的业务规范和数据标准，确保数据的规范性、一致性和专业性。面向机生产、旅客、安全、物流、管理等业务领域提供报表报告、领导驾驶舱、综合可视化、AI数据分析等应用支撑，帮助客户先实现全业务领域运行态势感知监测，辅助领导实现基于数据的洞察分析与决策能力。



销售策略 数字化转型，实现“四型机场”的必经之路

随着数字化时代的来临，机场对于智能化的需求日益增强。为了满足这一需求，我们为您提供了机场数智平台解决方案。这一方案不仅能助力机场完成数字化转型，更能提高运营效率、提升旅客体验、增强安全性，为智慧机场建设打下坚实基础。

核心价值主张

- **快速部署与交付**：依托云与大数据底座，结合华为与四方伟业成熟的产品平台，提供一站式解决方案，确保项目快速部署与交付，助力机场快速实现数字化转型。
- **实时数据分析**：通过实时数据采集与分析，智能调度资源，减少机场运行延误，提高运营效率。
- **提升旅客体验**：为旅客提供实时航班信息、智能导航等便捷服务，满足个性化需求，提升旅客满意度。
- **增强安全性**：实时监控机场设施运行状况，及时发现并处理安全隐患，确保机场安全运行。
- **智慧机场建设基石**：此方案为智慧机场发展的重要组成部分，为未来机场的数字化转型奠定坚实基础。

销售策略

销售场景	需求描述
定制化解决方案	针对不同机场的具体需求和特点，提供定制化的解决方案，确保每一项功能都能满足客户的实际需求。
演示与体验	为潜在客户展示机场大数据方案的建设效果模拟演示，让其亲身体验实时数据分析、智能数据中心、数据孪生等功能的优势。
案例分享	分享与其他机场合作的成功案例，证明本方案的实际效果和价值，增强客户的信心。
合作与共赢	强调方案为智慧机场数智平台建设带来的长远利益，与客户共同探讨未来的合作与发展机会。
专业团队支持	为项目提供专业的售前、售中及售后服务，确保客户在使用过程中得到全方位的支持和指导。

创新场景

集成商统筹建设	将机场智能数据中台与IOC解决方案嵌入到统筹方案，作为整体解决方案的有机组成部分。
有数字底座基础	有数据底座建设基础，从数据治理、资产管理角度切入，提供报表、可视化、数据挖掘、机场智能助手能力构建。
有“数据中台”基础	基于数据中台建设基础，直接调研应用需求，完成专题库设计、指标梳理，构建综合数据视图、领导驾驶舱、智能小助手等数据应用建设。
机场数字孪生建设	整合业务数据、IOT数据、地理信息和空间模型，调研用户业务应用场景需求，进行场景、业务主题以及专题库设计，完成机场数字孪生场景开发。

兰州中川国际机场智能数据中心项目

◆ 整体概述

项目建设T3航站楼信息体系，涉及到新建应用系统、智能数据中心、一体化展示平台、IOC系统、查询统计报表及智能机位分配。由于应用系统处于新建状态，因此本项目的智能数据中心需全新从各业务系统汇聚数据，构建数据仓库，实现数据治理和数据共享服务，为一体化展示平台、IOC系统和查询统计报表提供数据支撑；并通过融合机场当前机位分配的业务规则，考虑停机位、跑道、廊桥、场坪等多个对象的使用情况，对停机位的占用情况、利用率进行分析，实现机位资源智能化分配，整体加强对资源合理利用的规划能力。

◆ 项目价值

建设**数智平台联合解决方案**，作为机场统一的大数据平台底座，实现数据资源的统一采集、统一融合处理、统一数据治理、统一数据服务，并通过数据赋能、指标赋能及算法赋能等形式为业务系统提供数据支撑，满足数据管理和业务智慧运营要求，既支持机场数据资产的数据运营及共享，也支持机场业务数据分析、智慧业务协同，最终实现机场数据资产的数据价值。



香港国际机场数据治理项目

◆ 整体概述

数智平台联合解决方案全方位实时监控机场资源所需19类数据接入，保障数据从接入到融合形成指标过程毫秒级响应，为航班起降、机位占用、航站楼热点区域、机场周边交通客流监控等场景运营决策提供实时准确数据支撑。

◆ 项目价值

通过大数据存储分析、规范化处理、实时流处理后，对各业务部门提供数据实时数据服务和历史数据服务。

通过总线及获取的各类数据建设数据采集、汇总体系，根据上述数据及信息搭设融合数据仓库体系，并创立数据服务体系，提供数据智能分析体系及智能数据算法服务，以元数据定义为基础打造数据治理体系，对于综合型的展示将采用一体化展示平台进行实施，最终应用在各个业务主体平台及系统中。

航空器起飞&到达实时监控



停机坪实时监控



航班状态



旅客出发&到达实时监控



福厦机场数据治理项目

◆ 整体概述

福厦智慧机场建设结合**数智平台联合解决方案**，基于先进管理理念，利用前沿新技术，优化生产运营，提高机场容量与运行效率，提升旅客体验和服务品质，构建信息枢纽，实现全场业务网联化、可视化、协同化、智能化、个性化、精细化。

◆ 项目价值

一、数据共享

实现福厦机场的数据中心，进行数据汇聚，数据治理，形成数据资产，对外提供数据服务，赋能机场、集团部门和应用，实现与外部机构民航、航司、空管等的数据交换共享。

二、能力共享

构建共性能力中心，将机场各系统中共性能力统一建设，包括但不限于快速数据加工分析能力、自助式报表能力、人工智能算法等，统一对各系统进行智慧能力赋能。

三、创新共享

实现福厦机场的数据中心，进行数据汇聚，数据治理，形成数据资产，对外提供数据服务，赋能机场、集团部门未来的创新应用。



四方伟业与华为
机场数智平台联合解决方案

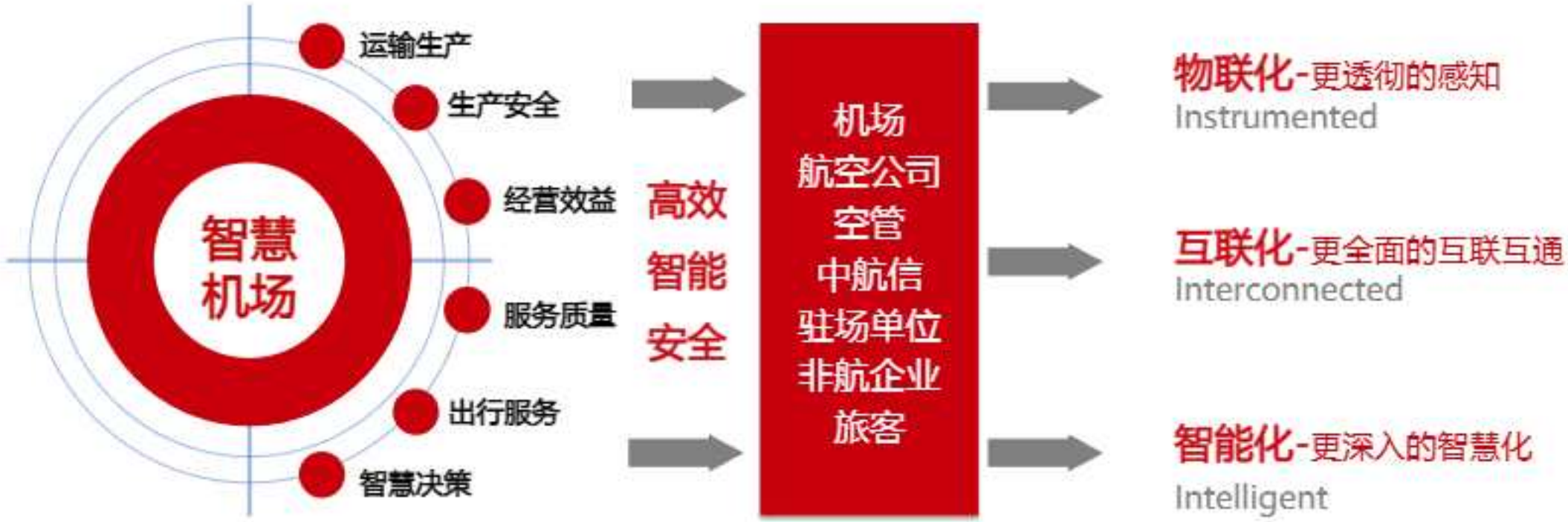
成都四方伟业软件股份有限公司

www.sefonsoft.com

智慧机场的定义与内涵

自2011年“智慧机场”概念提出以来，构建智慧机场已成为当前民航业的重点关注项目之一。

智慧机场：运用物联网、大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术针对各环节资源实现良好整合，促使运行效率、安全保障能力及旅客体验得到提高，，感测、分析、整合机场各种关键信息，全面覆盖机场空侧、航站楼、陆侧区域，实现对机场安全、服务、运营、保障、管理的精细化、协同化、可视化、智能化的运行与管理。



机场行业信息化发展路径

· 数字机场

在计算机网络环境下，以空间数据为基础，利用信息技术，构造出多维的虚拟机场。其本质是一个庞大而复杂的信息系统，具有信息的采集、传输、存储、加工、处理、显示打印及浏览统计等功能。

2004-2009

· 智能机场

核心是提升旅客体验，实现旅客自助、移动性和协同性，创造一个智能环境，让旅客和货物能更有效的流动。

2010-2014

· 智慧机场

运用各种信息化和通信技术手段，感测、分析、整合机场各种关键信息，实现对机场安全、服务、运营、保障等各种需求做出数字化处理、智能化响应的建设和再造过程。

2015-2019

· 四型机场

以“平安、绿色、智慧、人文”为核心，依靠科技进步、改革创新和协同共享，通过全过程、全要素、全方位优化，实现安全运行保障有力、生产管理精细智能、旅客出行便捷高效、环境生态绿色和谐，充分体现新时代高质量发展要求的机场。

2020-2035

生产运行敏捷化、”生产运行高效化、旅客服务个性化、安全保障自动化、业务服务自主化和企业管理精细化

数智平台实现全要素感知、精准保障、高效协同的机场运行体系

数智平台

全球领先的TAM实践

全场景

大屏观全貌 | 中屏万事通 | 小屏随身行







空地协同 | 机坪协同 | 航站楼协同 | 交通协同









全流程

降落入位 → 地面保障 → 飞机推出 → 飞机起飞

全要素

航班时刻 | 机位 | 跑道 | 滑行道 | 值机柜台 | 安检口 | 登机口 | 行李转盘 | 地勤人员 | 车辆 | 保障设备

数智平台底座

机场大数据

行业资产

机场行业理解沉淀：专题库、业务指标、业务算法，精准辅助决策

ROMA

应用集成：连接业务系统，系统集成工作量↓30%

湖仓一体

智能数据湖，云原生，湖仓一体

机场AI

ModelArts

AI赋能：天筹求解器，自适应调优，提升求解效率

高性能算力 | 超高速运力 | 高性能存力

数智平台解决方案

设计思路

1.大数据基础设施:支持多元算力，资源融合，自主可控的鲲鹏+昇腾生态，HCS全栈混合云;

2.大数据基础平台:一站式企业大数据平台和基于AI的分布式融合数仓;

3.数据采集:支持多源、异构、多种接入方式的机场系统数据汇聚;

4.融合数仓:提炼固化机场运行经验，形成行业数据模型，以及源于AI的挖掘分析算法;

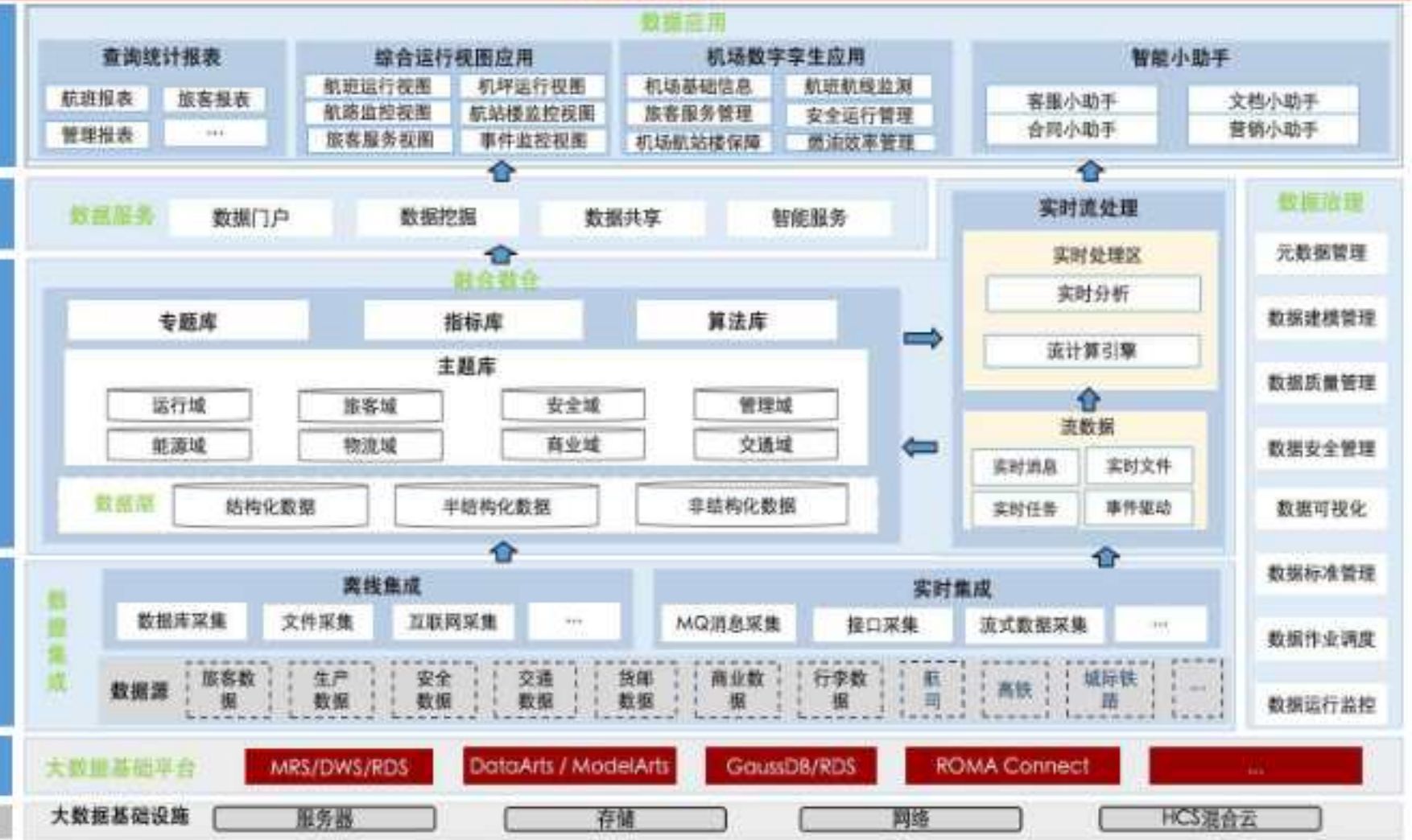
5.数据治理:统一数据标准，提高数据服务质量，管理数据使用;

6.数据服务:提供标签画像、自助报表、数据挖掘等多种服务能力;

7.集成平台:支持API、消息、数据多种集成方式，实现数据共享与交换;

8.业务应用:支持机场安全、运控、服务、管理各个领域的智慧应用。

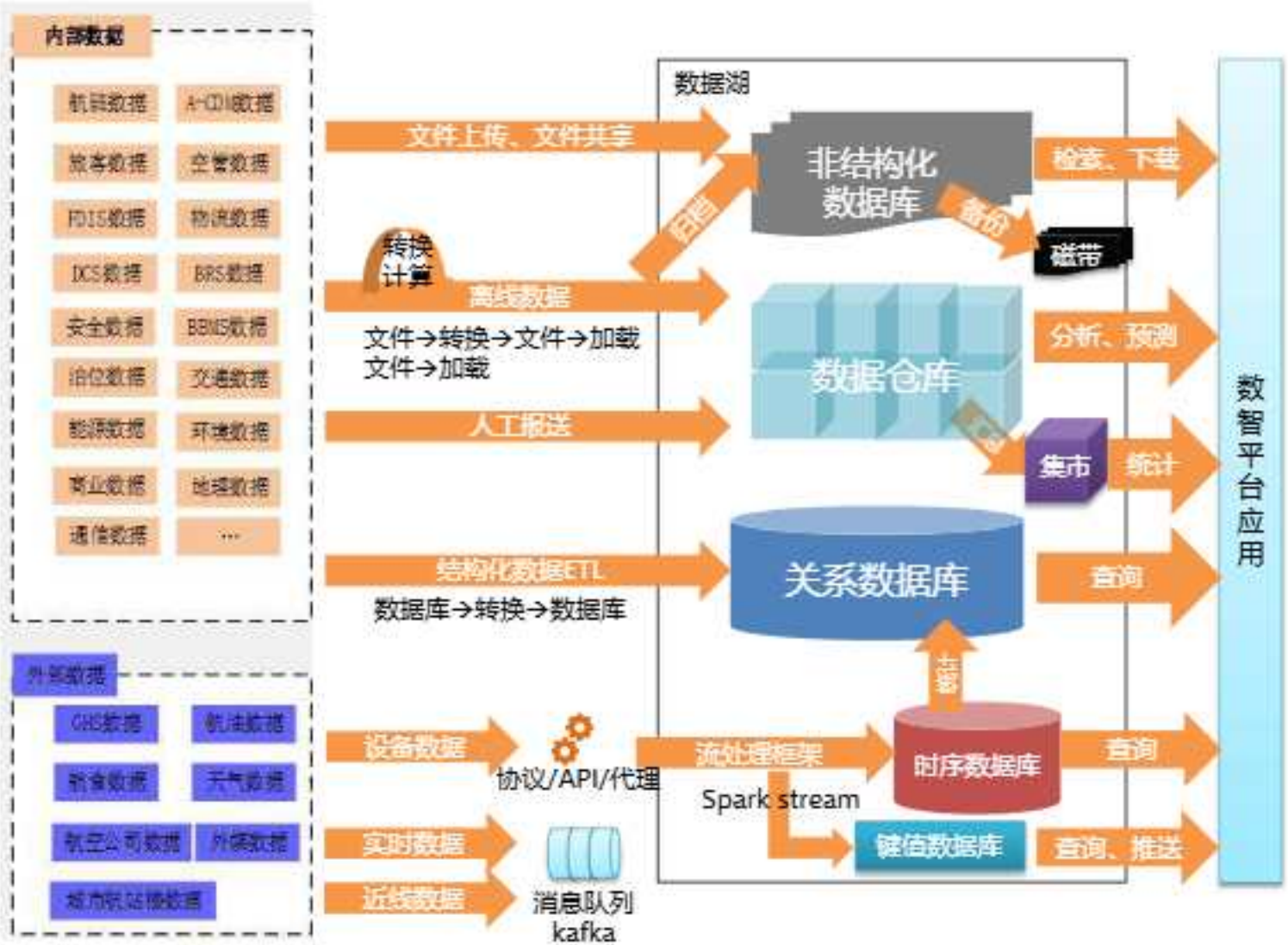
联合方案



数据采集流程

为充分利用不同大数据产品的特点，将数据分为四类：

- ✓ 设备数据
  - ✓ 协议/API/代理
  - ✓ 实时采集
- ✓ 实时/近线数据
  - ✓ 流处理框架
  - ✓ 实时采集
  - ✓ 主动推送
- ✓ 结构化关系数据
  - ✓ 传统ETL
- ✓ 离线文件
  - ✓ 快速加载
  - ✓ 暴力统计
  - ✓ 分析预测



数据融合设计

融合数仓

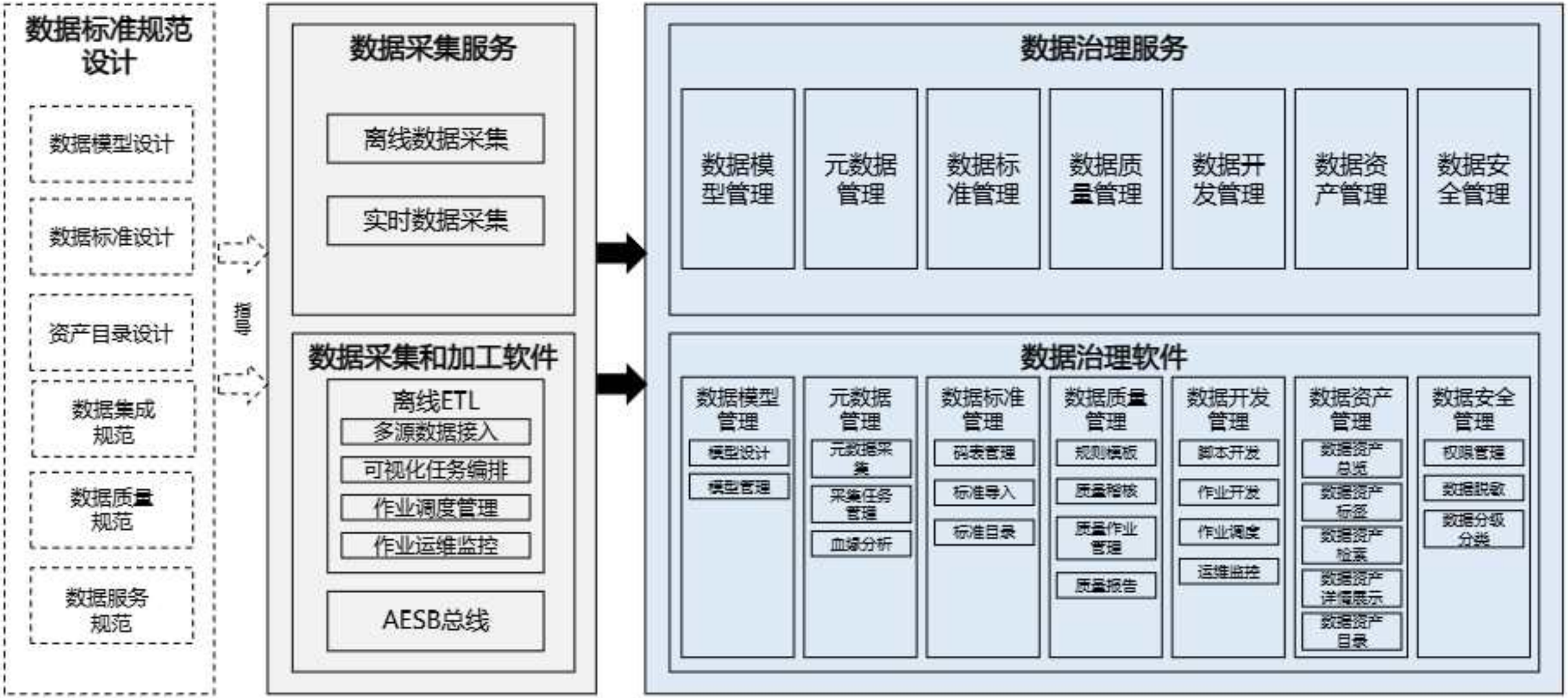
分析与实时融合
支撑数据共享、指标展示、分析预测等各种场景，统一对应用赋能

业务与数据融合
以业务需求牵引数据建设，以数据驱动业务创新，充分挖掘数据的业务价值



前期咨询调研阶段：明确业务应用对专题、指标的具体需求，算法的业务场景需求/业务规则

数据治理服务


数据标准规范设计
数据模型设计
数据标准设计
资产目录设计
数据集成规范
数据质量规范
数据服务规范
指导
数据采集服务
离线数据采集
实时数据采集
数据采集和加工软件
离线ETL
多源数据接入
可视化任务编排
作业调度管理
作业运维监控
AESB总线
数据治理服务
数据模型管理
元数据管理
数据标准管理
数据质量管理
数据开发管理
数据资产管理
数据安全管理
数据治理软件
数据模型管理
模型设计
模型管理
元数据管理
元数据采集
采集任务管理
血缘分析
数据标准管理
码表管理
标准导入
标准目录
数据质量管理
规则模板
质量稽核
质量作业管理
质量报告
数据开发管理
脚本开发
作业开发
作业调度
运维监控
数据资产管理
数据资产总览
数据资产标签
数据资产检索
数据资产详情展示
数据资产目录
数据安全管理
权限管理
数据脱敏
数据分级分类

数据服务设计

统一数据门户

数据运营开发人员

数据资产目录



提供数据资产全景视图，灵活的根据业务需求进行搜索和查询

数据业务人员

数据可视化



提供自由灵活的前端多维分析和多样的可视化展现

应用开发人员

数据共享服务



一站式数据服务平台，支撑数据服务全生命周期管理

数据资产管理

对数据资产进行编目、注册、发布和维护

敏捷自助的BI工具

1）多种类型源数据的接入能力
2）图形化编排及开发环境，可拖拽式操作
3）类型丰富的图形化及表格等展示组件

数据服务监测

1）提供数据服务开发编排、测试上线、申请调用、监控运维等
2）从流控、认证鉴权、黑白名单等多维度保障数据服务的安全

数据湖

原始数据层 | 主题数据层 | 专题数据层 | 历史数据层

机场AI小模型应用-模型仓库

机场大数据中心提供智能分析，建立模型仓，提供算法管理等功能，实现机场数据的业务化，深挖业务场景，打通业务流断点，实现数据赋能。最终算法内容以用户需求调研与深化设计确定为准。

飞行延误预测模型

算法: 随机森林、时间序列分析
数据源: 航班日志、天气数据、机场流量
输出: 预测延迟时长、可能的原因
应用: 自动通知乘客与航空公司、调度资源来应对延迟

旅客流量预测

算法: ARIMA，LSTM
数据源: 历史旅客数量、节假日、活动
输出: 在特定时间段内机场内旅客数量的预测
应用: 动态调整安检、登机口人员配置

商铺精准营销模型

算法: K-均值聚类、关联规则挖掘
数据源: 销售数据、顾客行为数据
输出: 预测各商铺区域客流量，销售额
应用: 商铺促销、商铺选址优化

能源消耗优化模型

算法: 强化学习
数据源: 能源使用数据、机场设施数据、气象数据
输出: 动态的能源使用策略
应用: 自动调整照明、空调等设施的能源使用，以减少能源消耗

优化货物流转模型

算法: 线性规划，遗传算法
数据源: 货物追踪数据、航班状态、仓库状态
输出: 最优的货物流转路径
应用: 减少仓储需求和提高物流效率

周边交通流量预测模型

算法: ARIMA，循环神经网络
数据源: 历史交通流量数据、航班时刻
输出: 交通流量预测
应用: 提前调度公共交通资源，如出租车、巴士，协助旅客疏散

机场AI大模型应用-机场智能小助手

对内：打通业务堵点断点，提升办公效率

文档助手
公文写作
写作提纲生产
文档改写润色



合同助手
合同起草
合同审核
合同智能检索



对外：提升客户体验，实现精准营销

客服助手
优秀话术推荐
对话情绪质检
智能客服多轮优化



营销助手
营销文案策划
营销话术生成
服务产品推荐



通用AI

基础大模型（Deepseek R1/Deepseek V3/盘古/...）

天筹AI求解器

AI 一体机

高性能算力

超高速运力

云

高性能存力

- 多协议互通
- 超高密设计

查询统计报表

航空安全报表



生产报表



服务质量报表



固定资产投资报表



人力资源报表



财务报表



综合运行视图应用

机场中屏综合视图整合机场各运营生产系统数据，对机场各生产指标进行机场KPI指数、资源使用情况、旅客吞吐量分布等生产运营指标进行多维度可视分析，为机场在宏观层面改善机场资源分配、生产调配提供了数据决策依据。这些应用为机场业务部门管理人员如航班运行部门、地勤服务保障部门、货运管理部门、财务部门等提供详细的运营数据和分析报告，帮助他们进行日常运营管理和绩效评估。

航班运行视图



机坪运行视图



航班航路监控视图



航站楼运行视图



旅客运行服务视图



事件监控视图



机场数字孪生应用

机场大屏一屏统览主要场景实现以“航路航线、机坪、航站楼、综合交通枢纽”为核心监控区域，以“服务、保障、运行” 为核心事件监视，具体包括航路航线监视、机坪运行监监控、航班运行监控、航站楼运行监控、旅客服务监控，交通运行监控等。基于决策分析、预测预警、协同调度等子项功能，融合在各个子视图上，这些功能的实现将为机场管理人员提供强有力的决策支持，优化资源配置，提升运营效率，并保障旅客安全。

机场基础信息展示



实时展示机场的基础信息，帮助管理人员快速了解机场的整体运行状况。

航路航线监测



实时监测和展示航班的飞行路径、航路规划和飞行动态，实现航班飞行路径的精准定位和动态跟踪。

机场保障资源态势感知



实时监测和展示机场保障资源的使用情况，提供资源使用状态的实时监测和分析。

旅客服务管理



实时展示旅客服务相关信息，提供旅客服务的实时监控和分析。

安全运行管理



实时监测和展示机场的安全运行状况，提供安全运行状态的实时监控和预警功能。

燃油效率管理



监测和分析航班的燃油使用情况，提供燃油使用情况的实时监控和分析。

随身行视图

机场小屏随身行分为运行态势指标类、资源监控类数据展现，其中指标类是以业务部门关注的数据为主，资源类是机场全场资源的实时数据。

航班生产态势、机场运营态势
旅客服务态势、货邮运输态势
资源利用态势、安全保障态势
……

态势

监控

航班运行监控、航迹航线监控
空域流量监控、飞机延误监控
旅客运输监控、指标数据监控
……



助力机场数字化-智能化-智慧化业务跨越式发展

建设价值：匹配机场业务战略，建设基于数据生命周期的数据应用和跨领域的数智平台。

全

全面感知数据



业务全覆盖，实现统一、完整、一致的数据底座，跨系统数据共享。

专

行业领域模型



通过行业业务深度洞察，建立行业领域数据模型和业务模型，数据资产目录，支撑数据服务快速迭代。

快

敏捷数据服务



数据服务化，服务组件化，组件集市化，配置简单，上线快速，敏捷迭代开发。

智

AI驱动业务



结合AI大模型及小模型融合，实现态势感知 - 应急处置 - 分析研判，使数据成为核心生产力。

新

引领业务创新



数据驱动业务流程再造，实现业务自动化、智能化，挖掘创新应用。

数智平台

机场大数据平台

Why HUAWEI&Sefonsoft?

华为联合四方伟业机场智能数据中心在机场行业的优势体现在**产品与技术、交付实施、经验与价值**三个方面。

01 产品与技术

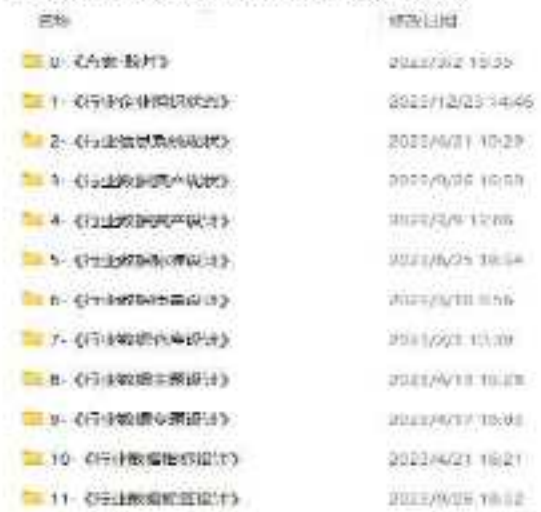
1. 四方伟业数据治理与IOC产品被纳入华为云OEM-in产品体系，分别对应华为的Data Ark-S、HW IOC-S；华为光产品线全额转售。
2. 除了提供数据治理与IOC产品外，在机场行业还承接基于华为云DataArts的实施服务。
3. 四方与华为自己的算法模型团队与机器学习平台软件，在机场行业可承接类似廊桥资源动态分配、航班预测、旅客预测、资源预测等数据分析服务。
4. 华为具备大模型底座能力，四方伟业具备大模型微调、强化学习、知识库、Agent等AI应用开发能力。
5. 海内外解决方案主打胶片、技术建议书、中英文演示Demo等市场拓展配套资料齐全。

02 交付实施

1. 四方伟业的机场行业交付服务人员有40+人专家队伍，有多项目并发的交付能力。
2. 多年与华为合作，对华为的交付要求非常熟悉，注重项目过程管控，项目质量管理到位，客户投诉率低。
3. 由于交付人员大多出自项目所在地，故其成本优势明显。
4. 已成功交付了香港机场一二期、首都机场、上海机场、福厦机场、双流机场、中川机场、武宿机场、禄口机场、天府机场等20+机场项目。
5. 售前阶段承诺有求必应，有将解决方案做深的主观意愿。

03 经验与价值

重视行业交付经验的总结与内部传递



真正帮助客户提高了机场运营的航班管理效率、旅客服务效率、货邮周转效率，降低了安全事件的发生概率与应急事件响应能力。

案例：兰州中川国际机场智能数据中心项目

建设**数智平台联合解决方案**，作为机场统一的大数据平台底座，实现数据资源的统一采集、统一融合处理、统一数据治理、统一数据服务，并通过数据赋能、指标赋能及算法赋能等形式为业务系统提供数据支撑，满足数据管理和业务智慧运营要求，既支持机场数据资产的数据运营及共享，也支持机场业务数据分析、智慧业务协同，最终实现机场数据资产的数据价值。



案例：香港国际机场数据治理项目

数智平台联合解决方案全方位实时监控机场资源所需19类数据接入，保障数据从接入到融合形成指标过程毫秒级响应，为航班起降、机位占用、航站楼热点区域、机场周边交通客流监控等场景运营决策提供实时准确数据支撑。

航空器起飞&到达实时监控



停机坪实时监控



航班状态



旅客出发&到达实时监控



案例： 福厦机场数据治理项目

福厦智慧机场建设结合**数智平台联合解决方案，**基于先进管理理念，利用前沿新技术，优化生产运营，提高机场容量与运行效率，提升旅客体验和服务品质，构建信息枢纽，实现全场业务网联化、可视化、协同化、智能化、个性化、精细化。




仰望星空，脚踏实地
助力智慧民航高质量发展！

四方伟业与华为机场数智平台联合解决方案

建议书

2026 年

目 录

一 项目概述 3

1.1 项目背景 3

1.2 建设目标 4

1.3 建设原则 6

1.4 建设意义 9

1.5 建设必要性 11

1.6 建设依据 12

二 现状及需求分析 13

2.1 国内发展现状 13

2.2 核心问题分析 13

2.3 功能需求分析 14

三 总体建设方案 15

3.1 总体架构 15

3.2 设计原则 18

3.3 设计思路 20

3.4 技术路线 21

3.4.1 以大数据技术为核心的能力建设 21

3.4.2 基于云计算/大数据架构的框架顶层技术路线 23

3.4.3 多层整合的解决方案设计路线 27

3.4.4 基于大数据多维可视化技术 28

四 详细建设方案 29

4.1 机场数智平台建设 29

4.1.1 数据采集体系 29

4.1.2 融合数仓体系 31

4.1.3 数据治理体系 35

4.1.4 数据服务体系 52

4.1.5 数据挖掘分析服务 55

4.1.6 机场智能小助手 65

4.2 数智平台 IOC 应用建设 69

4.2.1 查询统计报表应用 69

4.2.2 综合运行视图应用 72

4.2.3 机场数字孪生应用 78

4.2.4 机场移动端运行指挥舱 87

一 项目概述

1.1 项目背景

随着中国经济的持续发展，航空运输市场不断壮大，机场作为交通运输的重要节点，其建设和发展受到广泛关注。机场的信息化发展愿景是将机场建设成为国内同层级智慧机场标杆，为中型枢纽机场建设运营和临空经济发展树立“中国标准”。为实现这一愿景，机场必须具备领先的信息化技术和高效的信息管理水平。

机场的信息化发展需要实现技术可演进，持续保持领先地位。这要求机场具备快速的应变能力和战略决策能力，利用科学的方法和信息化手段提升机场的信息管理水平，直接影响到对运营的准确把握和机场决策。

传统信息系统与业务的发展需要保障，同时烟囱式系统建设带来的“信息孤岛”问题也需要解决。构建机场数智平台，既能为业务创新和产业生态建设提供数据和技术支撑，又能加快机场信息和技术资源整合，推进资源共享，赋能机场各业务优化和创新应用。

为了满足机场信息化发展的需求，本期建设机场数智平台与运营中心（IOC）解决方案。作为机场统一的大数据平台底座，该解决方案将实现数据资源的统一采集、统一融合处理、统一数据治理、统一数据服务。通过数据赋能、指标赋能及算法赋能等形式为业务系统提供数据支撑，满足数据管理和业务智慧运营要求。既支持机场数据资产的数据运营及共享，也支持机场业务数据分析、智慧业务协同，最终实现机场数据资产的数据价值。。

目前，国内机场普遍面临以下挑战：

- 数据处理能力不足：机场日常运营产生大量数据，包括航班信息、旅客信息、行李信息等，传统数据处理方式难以满足实时、高效的数据处理需求。

- 运营管理效率待提高：机场各部门之间信息互通不畅，导致资源调配不及时、协同作业受阻等问题。
- 旅客服务体验需优化：旅客对机场服务的需求日益提升，如何提供便捷、高效、个性化的服务成为亟待解决的问题。
- 安全保障压力增大：机场安全保障要求日益严格，对视频监控、入侵检测等安全保障系统提出了更高的要求。

与此同时，大数据技术的迅速发展和广泛应用为机场信息化建设提供了新的思路和解决方案。大数据技术能够实现对海量数据的实时采集、存储、处理和分析，为机场运营管理、旅客服务、安全保障等领域提供有力支持。

在此背景下，数智平台与运营中心（IOC）的建设成为提升机场运营效率和服务质量的关键。通过建设智能化的数据中心和运营中心，机场将能够实现对数据的集中管理和分析，提高运营管理效率，优化旅客服务体验，保障机场安全运行。

1.2 建设目标

一、构建智能化的数据中心

建立高效的数据采集与处理体系：全面覆盖各类数据源，确保数据的准确性和完整性。通过先进的数据处理技术，实现数据分类、整合和分层管理，满足机场内部和外部的数据需求。

增强数据服务与共享能力：提供多样化的数据服务方式，如 API、SDK、即席查询等，满足不同用户的需求。通过数据门户统一管理和访问数据，提高数据获取的效率和准确性。

完善数据治理体系：制定全面的数据治理策略，确保数据的标准和质量，通过元数据管理、数据建模、质量保障、安全防护和可视化等功能，提升数据管理的效率和效果。

建立数据挖掘分析模型：基于机场运行数据，建立优化模型和立体分析模型，提升机场运行效率和服务质量，通过数据挖掘和分析，为决策提供有力支持。

二、打造智能化的运营中心（IOC）应用

1、查询统计报表

构建覆盖航班、旅客、管理三大类的报表体系，自动汇聚航班起降量、放行正常率、旅客吞吐量、资源利用率、非航收入等核心指标，按日、周、月、季多周期自动生成生产日报与经营分析报表，报表模板配置化管理，支持 Excel/PDF 导出与邮件、企业微信、运行大屏多渠道定时推送，并按部门与岗位做权限分级，让管理层和业务部门"打开即看、按需取数"，替代人工汇总与重复制表。

2、综合运行视图应用

面向机场运行指挥中心打造"一张图"实时监控体系，整合航班运行、机坪运行、航路监控、航站楼监控、旅客服务、事件监控六大视图，融合 AODB、离港、安防、旅客服务等多系统实时数据，基于 GIS 底图统一呈现航班动态、机位与廊桥状态、机坪车辆调度、航站楼客流热力、安检与登机排队情况，以及异常事件的告警与时间线回放，实现运行态势"一屏总览、一键定位、快速调度"。

3、机场数字孪生应用

基于机场高精度三维模型，叠加实时运行数据，构建机场数字孪生底座，覆盖机场基础信息、航班航线监测、旅客服务管理、安全运行管理、航站楼保障、燃油效率管理六大应用，通过三维渲染与 IoT 数据接入，实现旅客动线仿真、瓶颈分析、应急疏散演练、楼宇设备联动、能耗与碳排放监测、飞机滑行路径优化等场景，让机场从"可视化监控"升级为"可仿真、可推演、可优化"的数字化运营。

4、智能小助手

依托私有化大模型与机场专属知识库，面向员工与旅客双端部署四大智能助手：客服小助手提供实时话术推荐、多语种应答与情绪质检预警；文档小助手覆盖公文写作、提纲生成、润色改写与会议纪要自动生成；合同小助手支持标准合同起草、风险条款审核与历史合同语义检索；营销小助手实现文案批量生成、旅客画像分层与服务产品精准推荐。四大助手与业务系统 API 打通，在合规私有化部署下全面提升办公效能与旅客服务体验。

1.3 建设原则

1.3.1 统一架构，顶层规划

数智平台应用系统架构遵循自上而下的架构模式，本项目业务复杂，需要优先做好顶层规划，从数智平台应用系统需求、设计、开发、测试、发布全周期按照各个阶段的交付原则输出完成的方案。保障数智平台应用系统稳定、高效运行。项目建设在统一领导下，按照统一的规划方案，协同配合，保证项目建设的顺利进行。

1.3.2 服务自治，易于维护

数智平台应用系统采用微服务框架开发，根据数智平台应用系统业务，需要细分业务模块，各个模块可独立部署，模块之间采用接口交互原则，接口切忌建设功能繁多的总接口，接口设计采用最小接口原则设计，尽量细化接口，在新增业务模块时，不影响已经发布的模块。数智平台应用系统具有良好的开放性和充分的支持体系，能够较容易的交由用户进行运维和二次开发；系统以科学的方法设计软件，使之有良好的结构，易于调整维护。

1.3.3 科学设计，先进使用

保证功能实用、稳定的前提下，系统遵循同业先进标准，采用先进成熟的主流技术，符合今后发展方向，延长系统的生命周期，在软件开发思想上，严格按照软件工程的标准和面向对象的理论来设计、管理、开发，同时整个系统的各种软件、硬件均应符合相关的国际国内标准，以保证系统与其它业务系统能实现有效的连接。系统利用先进的平台、先进的计算模型、先进的管理理念，严格贯彻统一技术标准、管理标准、工作标准。系统基于开源的主流分布式大数据和云计算技术系统架构,各功能模块采用容器和微服务技术，使部署、管理和服务功能交付变得更加灵活简单、可靠性高、易扩展，实现数据的高度共享和集中的平台运维。

1.3.4 性能卓越，运行稳定

数智平台应用系统支持大规模数据量的处理，按照高性能设计原则，支持平台集群部署、可通过水平扩展硬件配置，提升数智平台应用系统运行性能。系统经过完善的设计和充分的测试运行，具有较强的稳定性，具备在较长时间内连续无故障高效的运行能力；系统具有数据存储和管理能力，数据库结构设计良好，具有迅速的数据检索能力。稳定性是保证系统可靠运行的基础条件，在信息系统建设过程中，通过严格系统测试手段，将系统问题降到最低，同时需要充分考虑软硬件的容错容灾，保障系统在出现问题和故障时能够及时实现系统和数据恢复。

1.3.5 安全防控，可靠保障

安全性是系统建设的重要问题之一，安全性主要表现在两个方面：一是数据不被非法访问和破坏，本系统安全性首要的是数据的安全性，系统必须具备足够的安全权限，保证数据不被非法访问、窃取和破坏；二是系统操作安全可靠，系统同时应该具备安全权限，

不让非法用户操作系统，同时要具备足够容错能力，以保证合法用户操作时不至于引起系统出错，充分保证系统数据的逻辑准确性。

在安全防护层面，数据平台需要务必支持数据的安全存储、安全传输以及接口高安全认证。确保系统不受到外部恶意攻击和病毒的感染，确保文档在流程运转的各个环节中的安全性与保密性，确保数据安全、用户安全、网络安全，系统应根据分层管理的原则进行权限控制。在进行系统设计时，采用多种安全技术手段保证数据安全、访问安全等，如：对数据资源库和主题应用数据库，提供覆盖数据汇集、分类、清洗、提炼、复制全流程的严密保护。

1.3.6 任意移植，完美兼容

数据平台支持物理机、虚拟机、云化环境部署，无需修改代码即可事先跨平台移植。系统建设具备足够的兼容性，实现后期同构产品并平滑过渡，保护既有的投资的同时，注重系统的扩展性，保证系统平滑升级。系统可以集成符合国际国内标准的软硬件平台和产品，设备管理、系统扩容和业务维护不依赖于单一软硬件供应商的产品，数据库系统支持跨平台开发。

1.3.7 标准设计，灵活扩展

充分考虑标准化和可扩展设计，不仅能按标准建设，而且在新形势下也能根据实际需求情况，适度修改标准，使平台具有足够的灵活性和扩展性，能够适应业务变化和发展进步的要求，易于向更先进的技术实现迁移，充分保护用户现有投资。平台能适应各类常规的需求变更，如采集类型变更需求等，也能适应结构化数据和非结构化数据各类常规的处理要求变化。标准性和扩展性综合体现在可移植性、互操作性、独立性和集成性等方面。

软件平台在系统容量、处理能力和业务范围应具有良好的可扩充、扩展能力，能够方便地进行系统升级和更新。应具备业务模块、功能模块的扩展能力，满足新增业务需求引起的系统扩展要求。具备可扩展性，当系统数据量和访问量增大，系统配置不能满足性能要求时，可以通过增加服务器或提高服务器配置等方法增加系统的业务处理能力。

数据源接口需具有足够的灵活性和扩展性，可使用相应的配置工具，修改现有数据源和配置新的数据源。系统具备开放的标准化体系结构，方便地与其它业务系统衔接，实现与其它业务系统间的无缝集成。

1.3.8 人机交互，友好易用

平台提供清晰、简洁、友好的中文人机交互界面，操作简便、灵活、易学易用，便于管理和维护。界面的设计结合软件的应用范畴，合理的安排版式，以求达到美观适用的目的，界面架构的功能操作区、内容显示区、导航控制区都保持统一规范，不同功能模块的相同操作区域的元素风格都保持高度的一致和统一，让用户能够对不同的模块的操作迅速掌握。

1.4 建设意义

随着机场业务的快速发展和信息化建设的不断深入，机场对于数据的需求和应用场景越来越广泛。建设数智平台与运行中心（IOC）解决方案，对于提升机场运营效率、服务质量和管理水平具有重要意义。

一、提升运营效率：数智平台能够实现数据的集中管理和分析，为机场运营提供全面的数据支持。通过数据挖掘和分析，可以发现运营中的瓶颈和优化点，从而针对性地制定改进措施，提升机场的运营效率。同时，智能化的 IOC 应用可以实时展示机场的运行态势和关键指标，帮助管理者及时了解情况，作出快速决策。

二、提升服务质量：数智平台能够提供全面的数据服务，满足旅客、航空公司、机场等各方的信息查询和共享需求。通过数据分析和可视化展示，可以发现服务中的问题和不足，针对性地提升服务质量。同时，智能化的 IOC 应用可以提供多样化的服务功能，如航班查询、旅客引导等，提升旅客的出行体验。

三、提升管理水平：数智平台能够实现数据的全面治理和管理，确保数据的准确性和完整性。通过数据治理，可以规范数据管理流程和标准，提高数据的质量和可靠性。同时，智能化的 IOC 应用可以帮助机场实现信息化管理，提高管理效率和决策水平。

四、促进创新发展：数智平台解决方案的建设，将推动机场行业的数字化转型和创新发展。通过数据挖掘和分析，可以发现新的业务模式和增长点，为机场的创新发展提供有力支持。同时，智能化的 IOC 应用可以帮助机场实现与外部数据的融合分析，拓展业务边界和市场空间。

五、提高安全性：数智平台具备强大的数据安全防护能力，能够确保数据的安全性和保密性。通过数据加密、脱敏等技术手段，可以有效防止数据泄露和攻击。同时，智能化的 IOC 应用可以帮助机场实现全面的监控和预警功能，及时发现安全漏洞和隐患，提高安全性。

六、推动可持续发展：数智平台和 IOC 解决方案的建设，将促进机场的可持续发展。通过数据分析和可视化展示，可以帮助机场实现能源消耗、碳排放等环保指标的监测和管理。同时，智能化的 IOC 应用可以帮助机场实现资源优化配置和节能减排，降低运营成本和环境影响。

七、提升竞争力：数智平台和 IOC 解决方案的建设，将提升机场的竞争力和市场地位。通过数据分析和业务创新，可以帮助机场吸引更多的旅客和航空合作伙伴，提高市场份额和盈利能力。同时，智能化的 IOC 应用可以提高机场的品牌形象和服务口碑，增强市场影响力。

1.5 建设必要性

建设数智平台与运行中心（IOC）解决方案，对于提升机场运营效率、服务质量和管理水平具有重要意义，并且是十分必要的。

一、满足业务发展需求：随着机场业务的不断拓展和旅客出行需求的多样化，机场需要更加全面、准确和实时的数据支持来提升运营效率和服务质量。数智平台和 IOC 解决方案能够满足这一需求，提供全面的数据采集、处理、分析和展示功能，支持机场业务的快速发展。

二、提升决策水平：机场作为一个复杂的运营系统，需要大量的数据支撑来提升决策的科学性和准确性。数智平台和 IOC 解决方案能够通过数据挖掘和分析，帮助机场发现运营中的问题和优化点，为决策提供有力支持，提升决策效率和准确性。

三、提高安全保障能力：机场安全是至关重要的，需要依靠先进的技术手段来保障。数智平台和 IOC 解决方案能够实现全面的监控和预警功能，及时发现安全漏洞和隐患，提高安全保障能力和应对突发事件的能力。

四、促进数字化转型：随着信息化技术的不断发展和应用，机场需要加快数字化转型的步伐。数智平台和 IOC 解决方案的建设，将推动机场实现数字化转型，提升运营效率和服务质量，拓展业务边界和市场空间。

五、增强竞争力：在激烈的竞争环境中，机场需要不断提升自身的竞争力和市场地位。数智平台和 IOC 解决方案能够帮助机场提升服务质量、运营效率和品牌形象，增强市场影响力和竞争力。

六、满足法规和监管要求：随着机场行业的法规和监管要求的不断完善，机场需要符合相关标准和规定。数智平台和 IOC 解决方案的建设，将确保数据的准确性和完整性，满足法规和监管要求，降低合规风险。

七、适应未来发展变化：未来的机场将面临更多的挑战和机遇，需要具备适应变化的能力。数智平台和 IOC 解决方案的建设，将为机场适应未来发展变化提供坚实的基础，提升可持续发展能力。

1.6 建设依据

一、政策依据

《国家信息化领导小组关于推进电子政务网络建设的意见（中办发〔2006〕18 号）；

《国务院关于大力推进信息化发展和切实保障安全的若干意见》（国发〔2012〕23 号）；

《关于进一步加强政务部门信息共享建设管理的指导意见》（发改高技〔2013〕733 号）；

《中华人民共和国国民经济与社会发展第十三个五年规划纲要》（2016）；

《国家信息化发展战略纲要》(2016)；

《关于运用大数据加强对市场主体服务和监管的若干意见》（国发〔2015〕51 号）；

《关于印发促进大数据发展行动纲要》（国发〔2015〕50 号）；

《大数据产业发展规划（2016－2020 年）》（工信部规[2016]412 号）；

《智慧城市时空大数据平台建设技术大纲（2019 版）》；

《关于工业大数据发展的指导意见》（工信部信发〔2020〕67 号）；

二、规范依据

《软件工程 软件评审与审核》（GB/T 32421-2015）；

《软件工程 软件开发成本度量规范》（GB/T 36964-2018）；

《系统与软件工程 软件工程环境服务》（GB/T 30972-2014）；

《软件质量量化评价规范》（GB/T 32904-2016）；

《软件系统验收规范》（GB/T 28035-2011）；

《计算机软件需求规格说明规范》（GB/T 9385-2008）；

《计算机软件测试规范》（GB/T 15532-2008）；

《信息技术 软件工程术语》（GB/T 11457-2006）；

《信息技术 软件安全保障规范》（GB/T 30998-2014）；

《信息安全技术 智慧城市建设信息安全保障指南》（GB/Z 38649-2020）；

《信息安全技术 政府部门信息安全管理基本要求》（GB/T 29245-2012）。

二 现状及需求分析

2.1 国内发展现状

随着国内经济的快速发展和航空市场的不断扩大，机场的数量和规模也在持续增长。目前，国内机场的信息化建设已经取得了一定的成果，但与国际先进水平相比还存在一定的差距。国内机场在数据管理和应用方面普遍存在以下问题：

- 数据分散：机场各部门之间的数据分散存储，缺乏统一的管理和共享机制，导致数据难以整合和利用。
- 数据质量不高：数据存在缺失、异常等问题，缺乏有效的数据清洗和校验机制，影响数据的准确性和可靠性。
- 数据应用不足：机场对数据的价值挖掘和应用不足，缺乏深入的数据分析和挖掘能力，无法为决策提供有力支持。
- 系统老化：现有的信息系统普遍存在老化和过时的问题，无法满足机场快速发展的需求。

2.2 核心问题分析

针对以上问题，机场数智平台解决方案的核心问题包括：

- 数据整合：如何实现数据的集中存储、整合和管理，打破数据孤岛，提高数据质量和可靠性。
- 数据应用：如何深入挖掘数据的价值，提供全面的数据服务和应用功能，满足各方的需求。
- 系统升级：如何对现有的信息系统进行升级和改造，提高系统的技术水平和可扩展性。
- 安全保障：如何保障数据的安全性和保密性，防范潜在的安全风险和攻击。

2.3 功能需求分析

为了解决以上核心问题，机场数智平台解决方案需要具备以下功能：

- 数据采集与处理：能够实现数据的自动采集、清洗、整合和分类存储，支持实时和批量的数据处理。
- 数据服务与共享：提供多样化的数据服务方式，如 API、SDK、即席查询等，满足不同用户的需求。同时支持数据的共享和交换，提高数据的利用率。
- 数据治理与质量保障：建立完善的数据治理策略和工具，包括元数据管理、数据建模、质量保障、安全防护和可视化等功能，确保数据的标准和质量。
- 数据挖掘与分析：基于机场运行数据，建立数据挖掘和分析模型，为决策提供有力支持。同时支持对外部数据的融合分析，拓展业务边界和市场空间。
- 监控与预警：实现全面的监控和预警功能，及时发现安全漏洞和隐患，提高安全保障能力和应对突发事件的能力。同时支持对机场运行态势的实时展示和预测分析。
- 移动应用与集成：提供移动端应用功能，方便用户随时随地获取相关信息和进行操作。同时支持与其他系统的集成和交互，提高系统的可扩展性和兼容性。

- 可视化与报表生成：提供丰富的可视化图表和报表生成功能，帮助用户直观地了解数据和分析结果。同时支持定制化的报表和可视化展示，满足不同用户的需求。
- 用户管理与权限控制：建立完善的用户管理和权限控制机制，确保数据的安全性和保密性。同时支持多级权限设置和角色管理，满足不同部门和岗位的需求。
- 运营分析与决策支持：基于数据挖掘和分析结果，为机场管理者提供全面的运营分析和决策支持。同时支持与其他业务系统的集成和交互，提高决策的科学性和准确性。
- 可持续性与可扩展性：考虑数字孪生、AI 大模型等未来业务发展和技术进步的需求，确保系统的可持续性和可扩展性。同时支持与其他相关系统的集成和交互，促进机场的数字化转型和发展。

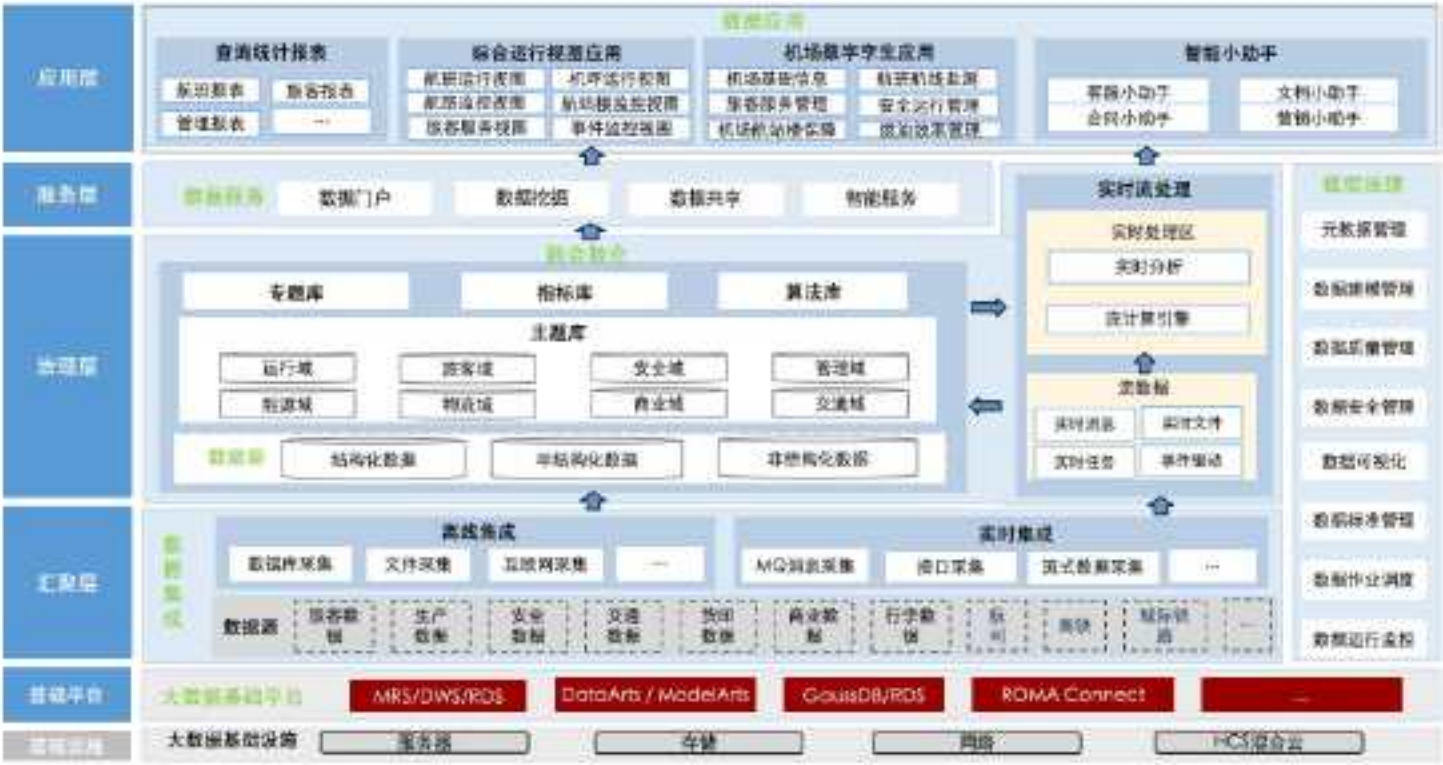
三 总体建设方案

3.1 总体架构

利用物联网技术接入机场各部门图像、卫星定位、传感测量等数据，整合各部门的业务运行管理数据，以地理信息平台为依托进行直观展现，从而为管理者提供机场运行的统一视图，通过大屏幕系统让管理者对城市整体运行态势一目了然，并能够通过系统开展监测预警、事件管理、联动指挥、辅助决策等管理业务工作。对于经常外出的领导，可以通过移动应用系统随时随地的监控机场运行。同时，这个视图也可以提供给各个专业部门，让他们了解机场整体运行情况，优化业务管理水平。

机场作为一个复杂的运营系统，需要一个强大的数据中心来支持其日常运营和决策。为了实现这一目标，我们规划了数智平台（数智平台）解决方案，旨在提供一个全面、高效和可靠的数据管理平台。以下是该方案的总体架构解读。

数智平台总体架构如下图所示：



数智平台整体架构分为基础平台层（数据基础平台）、汇聚层（数据采集）、治理层（融合数仓、数据治理）、服务层（数据服务）等四层五个主要功能模块，可以实现数据采集、数据融合、数据治理、数据服务等，并通过与企业服务集成平台的协同，支撑机场各种智慧应用（包括各主体业务应用以及 IOC）的构建。

1）基础平台

采用分布式集群部署的 Hadoop 架构，提供硬件基础（由云平台提供）和各类大数据存储及计算组件。

2）数据汇聚

支持数智平台所有数据的采集，包括机场内部系统的离线数据采集、基于机场企业服务集成平台的实时消息采集以及机场外部系统的数据的采集，机场内外部的数据汇聚入融

合数仓的贴源数据层构成数据湖，作为大数据加工和分析的基础数据以及内外部数据共享交换的统一出口。

3）融合数仓

支持对数据资源池的数据进行清洗、加工，形成涵盖机场各业务领域的主题库、专题库、指标、算法，构建融合数仓。融合数仓不仅包含离线数据的处理，还包含实时数据的实时流落库与处理，通过融合数仓体系的建设，业务应用可以获得可以使用的完整、一致、有效的数据。

在主题库数据的基础上，加工生成指标数据（指标库）、专题联接数据（专题库）、运算结果数据（指标、算法库）等，存储在数据集市中，供上层应用和大数据其他组件消费、调用。指标数据的加工依据严密完整的流程，确定数据 owner、计算口径、数据源字段等，以保证指标数据的可靠和权威性；专题库的加工以业务实例加维度为基础构建专题库，尽量做到在各应用间复用已有专题库。

实时数据处理通过企业服务集成平台采集实时消息，完成实时数据的采集、加工和分发，数据沉淀到融合数仓。

4）数据服务

基于数据湖和融合数仓提供的加工处理的数据、算法、及实时业务数据，实现数据对业务的统一赋能管理，包括：统一数据门户、数据共享服务、数据报表及可视化。整个数据服务层是对于数据的价值体现，通过各种数据服务快速相应业务应用的数据需求。

5）数据治理

数据治理贯穿整个数据加工处理流程，数据治理平台提供数据标准管理、元数据管理、数据质量管理、数据资产管理、数据安全管理等能力，对数据实现全生命周期的管理，提升数据质量，支撑数据价值的分析和挖掘。

3.2 设计原则

- 先进性原则

城市智能运行中心软件设计采用先进的开发技术和架构：基于组件或面向服务的架构，以保证支撑平台的先进性和可扩展性，延长平台的生命周期。

- 可配置和可管理性原则

系统提供方便友好的操作方式及可视化操作界面，易于部署，操作以及后期对平台的维护和管理。

- 可扩展性原则

系统不仅能和现有的系统集成，同时还要具有很强的扩展能力，能支持未来的应用集成，提供多种多样的扩展和开发的标准接口。

- 可靠性

对用户的错误操作，有较准确的提示，并屏蔽用户误操作。

针对用户必填项应有标记及容易理解的提示信息。

对输入数据的有效性检验，对冗余数据进行过滤、校验和清洗，保证数据正确性和可靠性。

异常影响处理，不存在导致政务软件异常退出的错误。

系统内各数据库需保持统一的数据结构，数据库需定期进行优化处理，以提高检索速度。

存储设备应具有极高的可靠性。系统应有良好的备份和恢复策略。系统数据和业务数据可联机备份、联机恢复，恢复的数据必须保持其完整性和一致性。

- 规范性原则

系统建设要严格按照国家、地方和行业的有关标准与规范，如空间数据地理要素的分类编码等，均要参照相关技术标准，并适当考虑与国际接轨。在没有标准与规范的情况下，要参照国家、地方和行业的相关标准与规范，制订相应的标准与规范。

系统的分析、设计、实现和测试要严格按照软件工程标准和规范，并尽可能采用开放技术和国际主流产品，以确保系统符合国际上各种开放标准。

- 高性能与稳定性原则

在系统设计、开发和应用时，应从系统结构、技术措施、软硬件平台、技术服务和维护响应能力等方面综合考虑，确保系统较高的性能和运行稳定性。

- 安全、保密性原则

系统保证复杂网络环境下数据的安全，采取完备的数据保护和备份机制。为了防止非授权用户的非法入侵和授权用户的越权使用，系统应进行各种级别的权限控制，并具备审核功能，自动记录用户访问的情况和操作过程，以备日后查询。

- 易使用性、可维护性、可管理性原则

系统的开发“以人为本”，充分考虑部署实际需要，尽量满足城市运行管理的需求，做到结构合理、功能强大、内容丰实、界面友好和美观、操作简单、使用方便。可维护性要求主要有以下几个方面：

1.系统应具有良好的自我监控机制，能够有效的监控管理系统自身的运行。

2.系统应具有完善的日志机制，便于管理系统的问题诊断与追源。

3.系统应具备简便易用的维护工具与维护手段。

4.系统有自维护的维护流程与步骤。

5.系统应提供完善的技术支持体系。

6.系统需支持接入大屏显示系统，适应以后大屏展示的需求。

3.3 设计思路

关于机场数智平台解决方案的系统建设涉及思路：

一、数据采集与汇总体系设计

数据源整合：利用 AESB 总线和其他相关技术，整合机场内部和外部的数据源，包括业务系统数据、弱电系统数据、机电设备数据、能源数据以及互联网相关数据等。

数据存储与管理：构建数据资源池，进行数据的采集、集成和存储，确保数据的实时性和准确性。

业务流程打通：以业务流为驱动，打通航班、旅客、货邮、综合安防等各个业务体系的全流程数据，实现数据资产的共享。

二、融合数据仓库体系设计

分域模型建立：根据运控、服务、安防、货运、管理等业态，建立数据分域模型，打造机场数据主题库、专题库和指标体系。

数据挖掘与分析：利用数据挖掘技术对历史数据进行复杂计算与分析，发现数据的价值，为决策提供统一的数据支撑。

专题数据能力：提供基于智慧应用的专题数据能力，满足不同业务部门的数据需求。

三、数据服务体系设计

服务接口定义：为业务主题业务系统和平台应用系统提供数据服务接口，确保数据的准确性和及时性。

可视化展示与智能分析：建设数据门户，提供数据服务的入口及统一管理，通过数据可视化技术，为各业务部门提供分析报表，进行综合分析展示。

AI算法应用：利用 AI 人工智能算法，结合实时数据对业务发展趋势进行预测判断，提供预警和预设建议。

四、数据治理体系设计

元数据管理：通过元数据管理，定义数据的来源、含义和关系，确保数据的准确性。

质量管理与安全审计：进行数据质量管理、安全管理和可视化调度，稽核数据质量，确保数据的准确性和可靠性。同时进行安全审计和策略制定，保障数据的安全性。

标准模型与血缘关系：构建标准数据模型，进行数据质量稽核以及数据血缘追溯，确保数据的完整性和准确性。

五、一体化展示平台设计

实时可视化：通过一体化展示平台，实时展示机场业务指标和协调处理情况，提供实时的业务态势感知。

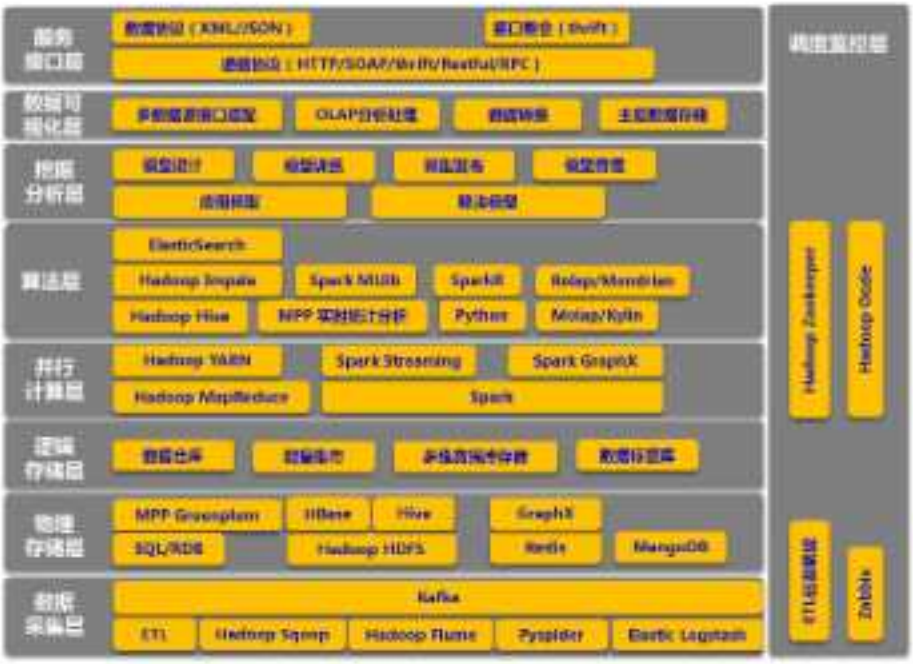
机场态势展示：形象化展示整个机场的态势和场面，帮助决策者和管理者更好地了解机场的运行状况。

3.4 技术路线

3.4.1 以大数据技术为核心的能力建设

机场数智平台以大数据应用为核心，根据机场各应用主要内容的建设需求，为满足海量、异构的大数据的存储、共享及分析挖掘方面的要求，应全面满足结构化数据、半结构化数据及非结构化数据的存储、处理及计算要求。同时，为满足大数据平台的整体建设需求，为各种数据源提供接入能力，在数据接收后，能够提供分布式批计算处理、流式实时计算处理框架，同时提供数据挖掘、分析与展现能力。因此，智慧化的打造，本身就是全

生命周期的数据资源应用的过程。所以，机场数智平台总体建设，也同样以“大数据核心能力”建设为基础前提。



大数据能力架构模型如上图。

数据采集层：采用大数据技术，用于收集、分析不同设备、不同类型、不同结构的全部相关数据，满足不同的业务需要，并为企业管理体系的长期发展奠定数据基础，易扩展的系统架构，持续满足应用需要；

物理存储层：把结构化和非结构化的数据进行统一存储，基于文件的分布式文件系统，将文件进行统一的数据存储；

逻辑存储层：基于数据的物理存储，透过数据仓库和集市的概念，将数据统一进行逻辑层次的管理；

算法层：整合大数据中统计分析和机器学习的算法，为上层的挖掘分析提供支持引擎。支持批处理统计分析，交互式 SQL 分析，在线数据检索，机器学习，实时流处理，全文搜索和图计算，为企业客户提供广泛的计算支持能力，客户无需切换平台或架构即可完成复杂的任务；

挖掘分析层：针对不同的用户场景，提供数据建模流程和机制，提供完整的数据挖掘流程和方法，提供统一权限、统一访问综合支撑平台，主要实现对用户所有应用（最终呈现出来的功能）的管理和权限设置并提供算法训练、模型调度工具，系统集成了上百种算法，可实现对不同数据有针对性的选取不同算法，实现数据的分类、尽量准确地发现数据背后隐藏的特性；

服务接口层：建立起统一、规范、开放的数据信息系统，对业务流程中产生的数据，进行统一管理，并通过接口的方式对外提供服务；

数据可视化层：为底层的数据和统计分析，建立可视化分析支持，使系统具备良好的可视化分析支持引擎；

调度监控层：提供用户友好的管理界面，提供系统安装，集群配置安全访问控制，监控及预警等多方面支持。

3.4.2 基于云计算/大数据架构的框架顶层技术路线

并行计算（尤其是低成本的计算）是解决海量数据挖掘任务的有效手段。云计算是并行计算、分布式计算和网格计算等计算机科学概念的商业实现，它可以将计算任务分布在大量互连的计算机上，使各种应用系统能够根据需要获取计算资源、存储资源和其他服务资源。云计算动态、可伸缩的计算能力使得高效的海量数据挖掘成为可能。基于云计算的大数据平台与传统系统架构相比有高可扩展性、海量数据处理能力、面向服务、硬件成本低廉等优越性，可以支持大范围分布式数据挖掘的设计和应用。

本项目大数据平台架构基于主流的分布式云计算技术，采用分层的思想：首先底层支撑采用云计算平台，并使用云计算平台提供的分布存储以及分布式计算能力完成数据挖掘计算能力的并行实现；其次大数据平台在设计上采用分布式、可插拔组件化思路，支持多

算法部署、调度等；最后大数据平台提供的算法能力采用服务的方式对外暴露，并支持不同业务系统的调用，从而较方便地满足业务系统的组合、数据挖掘等相关功能需求。

分布式云计算是解决海量数据挖掘任务，提高海量数据挖掘的有效手段之一，在理论和实践上已经获得证实。分布式云计算包含了分布式存储和并行计算两个层面的内容，而云计算平台提供了分布式文件存储和并行的计算能力，因此很好地解决了这两个层面的内容：

- 分布式文件系统：有效地解决了海量数据存储问题，并实现了位置透明、移动透明、性能透明、扩展透明、高容错、高安全、高性能等关键功能；目前业界比较流行分布式文件系统有 Google 文件系统(GFS)、分布式文件系统(HDFS)、文件系统(KFS)，这 3 种分布式文件系统都是基于 Goolgle 提出的分布式文件系统理论进行研发的，Google 提出的 GFS 就是解决其海量数据存储和搜索、分析等问题，而和 KFS 是基于 GFS 理论基础上实现的开源系统，并且在商业和学术领域得到了广泛的应用；
- 分布式并行计算框架：对于高效完成数据挖掘计算任务极其重要，并且它对分布式计算的一些技术细节进行了封装，例如数据分布、任务并行、任务调度、负载平衡、任务容错、系统容错等，使用户不需要考虑这些细节，而只要考虑任务间的逻辑关系，这样不仅可以提高研发的效率，还可以降低系统维护的成本。

云基础架构通过虚拟化整合与自动化，构建统一、融合、联动的基础架构系统，应用系统共享基础架构资源池，实现高利用率、高可用性、低成本、低能耗，并且通过云平台层的自动化管理，实现快速部署、易于扩展、智能管理，帮助用户构建 IaaS 云业务模式。

云基础架构资源池使得计算、存储、网络以及对应虚拟化单个产品和技术本身不再是核心，重要的是这些资源的整合，形成一个有机的、可灵活调度和扩展的资源池，面向云应用实现自动化的部署、监控、管理和运维。

为满足大数据平台的建设需求，为各种数据源提供接入能力，在数据接收后，能够提供分布式批计算处理、流式实时计算处理框架，构建一个能统一提供上述能力，并能方便的进行监控管理的大数据基础平台，对上层大数据分析应用提供支撑，满足复杂异构数据存储和计算需求，并完成各组件的监控管理，使用的主流大数据技术包括：

- 大数据采集：通过分布式高速高可靠数据爬取或采集、高速数据全映像等大数据采集技术，采集传感器数据、社交网络交互数据及移动互联网数据等各种类型的结构化、半结构化(或称之为弱结构化)及非结构化的海量数据，设计质量评估模型，开发数据质量技术；
- 大数据预处理：通过高速数据解析、转换与装载等大数据整合技术，完成对已接收结构化数据以及非结构化数据的辨析、抽取、清洗等操作。数据转换过程可以将复杂的数据转化为单一的或者便于处理的构型，以达到快速分析处理的目的。数据清洗技术，可以对数据进行过滤“去噪”，去除不关心的内容和错误的干扰项，提取出有效数据。数据比对技术，可以对分布式存储系统和数据库上的海量、高频率数据集进行数据校验，去除非法数据，补全缺失；
- 大数据治理：建立元数据和数据字典标准，定义的颗粒度符合资源管理需要，支持元数据和数据字典的版本管理与发布，可通过元数据生成数据库表；定义数据资源目录及信息分类，为后续的主题数据打好基础；进行数据质量管理，可按照不同目录下信息类的数据项，根据业务逻辑要求，创建数据质量通用检测规则，包括：结构完整性校验、内容准确性校验、时效权威性校验、格式标准性校验，支持质量巡检、数据溯源与绩效考核等；
- 大数据分布式存储：采用 Hadoop 数据库技术，利用多台独立的服务器来存储大数据，提高了系统的可靠性、可用性和存取效率，并易于扩展，具备以下特性：数据存储支持多副本机制，在防止数据丢失的前提下降低存储成本；可按需线性扩容，可扩容支持 PB 级别数据的存储；可综合利用内存/闪存/磁盘等多种介质来存

储数据，提高数据存取性能；提供多种数据传送接口，且支持 FTP 客户端直接上传文件到数据存储系统；

- 大数据分布式计算：利用多台独立的服务器从分布式存储系统读取并加工计算大数据的功能，具备以下特性：可同时支持离线计算和在线计算；支持单个任务处理 TB 级的数据；支持将数据装载入内存或 SSD 组成的分布式内存列式缓存，进行交互式 SQL 分析和数据挖掘；为了降低内存硬件开销以及提高海量数据分析性价比，分布式内存存储支持基于 SSD 固态硬盘的内存替代方案，并提供与内存相近的计算性能；大表并发查询场景，响应支持高并发低延时的数据处理，对于单表 10 亿条记录的常规应用场景，可承载不少于 1000 个并发查询，平均响应时间小于 2 秒；大表关联查询场景，对于每张表百亿条记录的多表关联分析，平均响应时间小于 10 秒；
- 大数据智能分析：提供可视化云端数据挖掘平台，可完全基于私有云或公有云部署，通过浏览器，无需编程（code-free），采用拖拽算子的可视化操作方式，在集成了上百种数据探索和机器学习算法的界面上，以可视化的方式对客户运作中沉淀下来的数据进行探索和透视，支持实现多人协作。通过完成海量数据的价值发现工作，帮助用户从海量数据中发现商业最优决策、成本漏洞、生产隐患等各类数据价值，并可与大数据可视化分析平台联动，提供对业务预测模型或预测结果的可视化呈现；
- 大数据可视化：对各类型数据源（包括 Hadoop 上的海量数据以及实时和接近实时的分布式数据）进行展示，支持可视化报表构建，利用丰富的组件库、事件库等，快速构建分类、钻取、旋转的交叉表和图形报表，具备专业的可视化设计器 UI 编排功能，组件库类型丰富，提供动态组件和 GIS 组件，支持组件的自定义；支持 OLAP、即席查询等；支持结构化、非结构化、API 接口的方式作为数据源进行数据管理；支持移动端（手机、平板电脑）数据呈现；立体数据、动态呈现，

高性能、海量并发、灵活搭配、快速构建、快速部署，降低成本与风险、提高费效比。

3.4.3 多层整合的解决方案设计路线

机场数智平台以数据资源为核心，同时，在数据采集以及与机场感知和应用交互过程中，需要以应用访问和服务交互集成为辅助技术手段。



在统一安全策略和权限控制下，对不同的 IT 系统和资源进行整合，在本方案中分为三层：

1.数据集成

数据集成分两个过程，一个是数据交换的过程，另一个是数据整合的过程。机场大数据应用，以数据资源中心为数据提供者，而从各个原始业务数据源、成员单位数据源等分散的数据孤岛采集数据，完成到数据中心的汇集过程，是通过数据交换平台来完成的，数据整合过程，则实现原始数据在数据资源中心的清洗、比对、拼装等过程，形成标准数据资源库，本方案也需要完成传统数据向 Hadoop/NoSQL 存储之间的数据迁移和桥接。

2.服务集成

在机场数智平台应用与传统应用之间交互传递参数的时候，往往辅助采用WebService以及 Restful等协议的接口来实现基于广泛开放的 API标准协议进行的集成。这一方式解决数据轻量级传递，实现周期短，随需而变的整合需求。

3.门户集成

即通过统一入口，以 SSO方式实现对其他应用的访问。系统间仅实现入口级的集成。此方式需要基于一个统一管理的身份/权限控制服务器，并能够与各应用之间共享用户身份与状态信息。目前，在应用本身登录过程中，基于账号密码等通用方式的登录，可以很方便的通过 SSO进行集成。而如果登录应用需要通过人工的图片验证码等方式，则目前不适合 SSO的访问集成。

3.4.4 基于大数据多维可视化技术

机场数智平台建设，必须依托机场本身，诸多管理对象的呈现和数据元素都需要具有空间属性，甚至是三维实景仿真呈现和机场数字孪生建设对于某些具体化的应用场景，需要在空间呈现相应的对象分布与变化趋势，所以，需要机场数智平台平台本身具备三维数据解析和空间呈现的能力。

当前，人类世界已经迈入大数据（Big Data）时代，随着互联网、物联网、云计算等信息技术的迅猛发展，信息技术与人类世界的经济、军事、科研、生活等方面不断交叉融合，催生出超越以往任何年代的巨量数据。不过大家已经意识到此问题，早已开始对数据进行整理并将数据通过图形化手段一一呈现出来，让用户进入了二维图表可视化时代。但根据逐渐对视觉档次的提高，尽二维可视化的呈现形式已无法满足市场要求，催生了使用更为直观，更具有视觉冲击感的 3D立体呈现形式的发展，让三维场景与二维图表完美结合，达到顶级的视觉效果，更准确的决策。

四 详细建设方案

4.1 机场数智平台建设

4.1.1 数据采集体系

4.1.1.1 数据采集方式

4.1.1.1.1 实时消息采集

对于实时性要求较高的数据，如航班信息、资源动态信息等，均使用 AESB，由流处理平台进行消息的订阅，然后平台将订阅的消息推送到流处理平台。

对于实时性要求较高的数据，采用实时消息方式接入，保证其可靠性、实时性。消息交互涉及数据发送方、数据接收方。实时消息接入需具备部署简单、易扩展、安全可靠、高效实时等特点。

实时消息接入遵循如下原则：

- 技术原则：所有服务接口均采用统一协议。
- 数据格式原则：服务输入、输出使用统一数据报文格式。
- 服务异常原则：各应用对外暴露的服务需以标准化的方式反馈异常信息。

4.1.1.1.2 准实时数据采集

为支撑准实时应用，需具备准实时数据接入能力，准实时接入能力需具备秒级响应，保证数据的安全性、一致性和准确性。

基本特性：

- 高性能：能够以低资源消耗完成每秒数千交易的传送或者复制；
- 兼容性：开放的结构使客户适应各种异构数据平台；
- 可靠性：保证数据的连续可用；
- 一致性：保障数据传输前后一致，数据不会被丢失篡改；
- 安全性：数据传输过程中采用压缩和加密；
- 高可用性：保障业务近似零停机，降低业务中断带来的损失。

4.1.1.1.3 批量离线数据采集

基于专业 ETL 工具，提供离线数据的采集服务，将数据存储于数据仓库，提供包括数据库、文本文件、API 接口等数据源的数据离线采集服务。

批量文件接入各业务子平台及系统，如旅客体验系统、AODB 等，实现文件的交互功能，通过第三方 ETL 工具适配不同类型的数据库实现数据抽取，包括 Oracle，MySQL 等数据库系统。

4.1.1.1.4 其他外部数据交换采集

通过企业服务集成平台与机场外部系统之间进行交换获取数据。企业服务集成平台负责提供服务接口、协议转换等功能，通过协议适配，根据实际业务情况，配置相应的数据交换任务，对系统产生的信息资源进行统一采集汇总和传输。

4.1.1.1.4.1 广域网应用数据采集

利用采集与共享的双向数据流获取，满足机场内部业务数据与外部数据在数智平台系统做融合分析及 AI 智能算法训练推理的要求等数据接入能力。

4.1.1.1.4.2 互联网数据采集

采集汇总体系将提供数据库同步功能，其主要采集的信息如互联网的舆情信息、网站浏览信息等，且能够使多种形式的数据类型接入。

其他类型数据接入能力，具备多种形式的数据类型的接入能力，同时保证数据的准确性、一致性和安全性，具备数据接入过程的监控告警功能，提供但不限于数据库同步等能力，需要单独开发采集脚本实现。

4.1.1.2 数据采集范围

数据采集范围包括但不限于包括：机场内部各主题业务系统数据，以及民航局、航司、空管、交通和互联网等外部数据。如：航班生产信息集成系统、登机桥管理系统、安检信息管理系统、货运业务综合管理系统、商业综合管理系统等。

4.1.2 融合数仓体系

4.1.2.1 数仓建设内容

融合数仓为机场建立一个融合、共享的历史数据资产管理，整合不同业务主题的数据，沉淀内部数据资产，整合外部的行业相关数据，实现结构化、半结构化及非结构化数据的融合处理与使用，支持离线数据与实时数据融合使用的要求，提高数据智能分析的能力。

建设数据资源池实现数据资产统一存储：建设分域主题库实现数据清洗后的不冗余且不错漏的落库，支持运控、服务、安防、管理的智慧应用对机场内外部历史数据基于业务的专题库加工，数据集市构建：提供业务专题库、指标库的构建，满足创新业务场景、

AI智能分析算法服务的数据需求，业务场景对专题库的互用要求，各类指标统一口径统一可视化展示的要求；数据管理人员通过报表分析、多维智能分析实现机场业务的多维信息统计分析、关系挖掘、查询检索的要求，实现机场离散的数据向数据资产的转化，为业务协同及管理决策提供及时有效的数据支持。

4.1.2.2 数仓建设要求

融合数仓建设满足以下三方面的要求：

- 整体性要求：机场的运行是一个有机整体，相应地，融合数仓的建设必须从整体上考虑问题，形成一个相对完整的数据处理体系，这一体系的建立应该能全面反映机场运行及管理的整体全貌展示。
- 层次性要求：机场是一个多部门、多环节、多层次的有序整体，相应地，融合数仓应该能够分门别类地提供不同的数据，以满足应用对不同层级不同粒度数据的需求。为此，需要充分运用各种数据采集和融合处理的方法组织大量、丰富的历史存量数据，形成分域分层的数据加工处理体系，在此基础上，构造出层次井然、组织有序的完整的机场数据分析体系。
- 关联性要求：机场经济是一个内部联系错综复杂的整体，相应地，融合数仓应充分考虑这些联系，通过跨业务主题数据的关联处理、数据分析反映机场各部门、各环节、各要素、各方面的数据关系；同时，还要适当反映出机场与地区、航空公司及相关机场的交叉关系和相互影响，为构建机场大交通协同提供数据支撑能力。

融合数据仓库体系主要包括离线数据处理、实时数据处理、流式计算机数据分层处理。

4.1.2.3 数仓分层处理

4.1.2.3.1 原始库

数据湖包括贴源数据层和操作型数据层（ODS），应汇聚机场全量数据资产，支持结构化、半结构化、非结构化数据入湖，支持大规模数据存储，支持根据数据价值及使用热度进行存储设计。

ODS 贴源数据是汇聚所有可汇聚的数据，形成数据共享资源池，实现对机场全量数据资产的梳理及管理，根据数据价值和被使用热度分别建立数据存储区，实现数据共享的发布与调用。

4.1.2.3.2 主题库

将机场所需要的全局数据，通过离线/实时消息的方式采集，整合生成机场主题库，存储到大数据基础平台中，通过数据服务的数据门户功能可以查看主题库的内容。

主题库基于机场运行、旅客、安全、物流、商业、交通、能源等主题域进行模型设计与数据整合，采用关系建模，要求主题之间的核心业务对象不能重叠：

1）主要数据流

场景 1：通过离线采集方式对源系统进行数据采集，形成主题库。

场景 2：通过实时消息方式进行数据采集，形成主题库。

2）主题域划分

依据机场客户系统及旅客、商业、交通、能源、安全保卫综合管理平台等的大数据规范，可将商业运营流程分为旅客、物流、商业、交通、运行、安全、能源、管理多个域。

3）数据主题建模

本体系将提供数据标准建模，刻画出一个相对真实的社会、商业环境，帮助机场运营时能够更准确地做出趋势判断、进行精准营销和实现精细化运营。

4）模型设计原则

数据建模从设计过程上可以依次分为逻辑模型设计、物理模型设计。

5）数据主题架构

数据主题域分组&主题域设计方法：根据价值链、流程架构、业界实践等输入并结合数据架构总体设计原则，对机场关键的人、事、物及其关系进行识别与抽象，最终采用研讨的方式与业务广泛讨论后完成主题域设计。

4.1.2.3.3 专题库

专题库面向具体的业务应用的分析需求，采用维度建模进行模型设计。可采用反范式的设计，建立各类应用宽表。

基于数据仓库支撑的机场各主题业务应用，如：ACDM、TCDM、旅客服务平台、综合交通管理平台、物流管理平台等，以及其他大数据相关应用（IOC），建立专题库为这些应用提供统一数据服务功能。

基于机场主题库的数据，再加上流处理平台获取的实时数据，生成专题库。如：运行核心主题：包含三大指标、三大指标增长分析、进出港目的地分析、基地航司分析、份额变更分析、航线统计、假日报、生产报等。

航班主题：航班作为机场最重要的生产行为，通过对航班模块的监控，可以很准确的监控当日航班的运行是否正常，并且识别相应风险，进行管理干预。包含航班分析、今日航班、航班统计、航班延误、航班放行等分析指标分析。

旅客主题：通过对旅客模块的监控，可以很准确的监控当日本场承运的所有旅客，反映出本场航空客运经营的现状。包含承运统计、旅客分布、客类分析、旅客 OD 等。

物流主题：物流货运作为机场最重要的生产指标之一，通过对物流模块的监控，可以很准确的监控当日本场承运的所有货物，反映机场的运载能力。包含承运统计、货类分析、物流 OD、货量统计等。

经营主题：航空公司管理机场的模式，可以充分发挥航空公司在航线和运力等方面的优势，整合机场资源，实现机场和航空公司的整体效益。经营主体包含经营分析、航性收益、单位营收、单位贡献等。

人力主题：基于人力资源数据，实现人力结构、人力流动、人力效力分析。

资产主题：接入企业物资设备基础数据，实现固定资产统计、固定资产分布、土地资产转化、资产生命周期管理分析。

周边交通：分析机场周边实时交通图，通过对周边交通的监控，可对旅客指引最佳、最快捷的行驶路线，提高道路和车辆的使用效率。

安全分析：包含安全事件分类、发生率、不安全事件历史变化分析等。

服务质量：分析表扬及投诉类型、数量变化、ACI指标历史变化分析等。

能耗分析：水、电、油和气的消耗及与航班、旅客量的联合分析，体现单位航班（旅客）的耗电、用水、用气量变化。

商业主题：包含航站楼商铺分布、客流分布、不同板块和品类商品销量、旅客偏好的变化趋势，各品类、区域商铺贡献等。

4.1.3 数据治理体系

4.1.3.1.1 元数据管理

元数据是关于数据的数据，元数据主要用于在数据仓库里描述数据及其环境，它是在数据仓库建设过程中所产生的有关数据源定义、目标定义、转换规则等相关的关键数据。

在数据管控中，元数据管理对各数据的实体定义和流程管控管理两方面的元数据进行管理，并提供相应的对外服务。从数据源到后续的逐层加工以及稽核，元数据将各类的数据实体进行定义、约束；元数据管理贯穿于整个流程，提供相应的服务，并与各环节有效的互动。

4.1.3.1.1.1 元数据基础功能

4.1.3.1.1.1.1 元数据对象

对于元数据的类型通常按照属性可以划分为三类：业务元数据、技术元数据和管理元数据。

一、业务元数据

业务元数据关注于业务定义，或业务部门制定的规范相关的元数据信息，是数据面向业务人员的体现。系统所管理的业务元数据包括：业务指标、维度信息及相关的维值信息。

二、技术元数据

技术元数据关注于数据仓库中的对象描述和对象关系，是数据面向技术人员的体现。系统所管理的技术元数据包括：数据库资源、接口文件及其结构、数据库表及其结构、过程及函数、视图及其结构、数据稽核规则等。

三、管理元数据

关注于各类管理过程及相关资源的元数据信息。

4.1.3.1.1.1.2 元模型管理

元数据管理平台支撑多种元模型，包括数据库资源、文件资源、表、视图、文档、指标等多种元模型，能够支撑企业数据仓库环境的各类元数据管理模型。

其中：

数据库资源支持：oracle、hive、mysql、hadoop、db2、impala、pg、vertica、gbase、DAMENG、REDIS、Hbase 等。

文件资源支持：Excel 文件、Json 文件、TXT 文本文件、Xml 文件等。

支持用户自定义扩展元模型，满足客户个性化的元数据管理需求，具备元模型查询、增加、修改、删除以及元模型属性的查询、增加、修改、删除的功能。

4.1.3.1.1.1.3 元数据权限管理

为方便用户对元数据进行管理，为用户提供基于元数据组织树目录的权限管理，通过对不同用户授予其不同目录权限和基于继承的操作权限，从而实现用户对数据查看和操作的分离，保证数据安全。

4.1.3.1.1.1.4 元数据对象管理

元数据对象管理基于多租户管理模式之下，支持的元数据类型包括：资源元数据、技术元数据、业务元数据。

系统针对以上元数据管理对象，支持进行查看、添加、编辑、删除、历史版本、草稿箱、目录定位、迁移目录、权限控制、导入导出、血缘关系查看、字段血缘关系查看、物化、反向建模、数据库资源测试连接、实体扫描等的操作。

4.1.3.1.1.1.5 模型同步

提供跨源库表的同步功能，支持同源、异构数据库间的库表同步，实现元数据对象的转换以及数据库对象的同步。

4.1.3.1.1.1.6 元数据扫描

提供主动管理的功能即对数据字典扫描并提取其中信息的功能；用户能够以手动或定时的方式扫描指定的数据库资源，并提取和解析相关的信息在比较扫描数据和原有数据的差异后自动将差异数据维护到指定的元数据目录。

元数据扫描能够主动维护的信息包括：表及字段信息、过程及函数、视图及其字段信息以及其中的注释信息。

4.1.3.1.1.1.7 元数据的导入导出

方便用户对元数据信息共享和信息维护，提供 EXCEL 方式的数据导入及导出；为了保证导入导出的结构一致性，提供对同类型元数据的导入、导出操作。

4.1.3.1.1.2 元数据应用

4.1.3.1.1.2.1 全文检索

通过全文检索能迅速查找和关键字匹配的权限范围内的元数据信息，为海量数据分析提供快速正确的查询处理、易使用的操作接口等。

提供按照元数据类型分类检索功能，模块功能包括：

支持模糊查询。

支持关键字检索。

支持以元模型分类显示，并统计出每个模型含有关键字的对象个数。

提供对应模型下含关键字的对象列表，双击每个对象可查看对象信息。

4.1.3.1.1.2.2 自定义检索

用户可定义检索模板，灵活变动检索条件或展现列表达到快速分类检索。

4.1.3.1.1.2.3 数据地图

支持数据地图功能，数据地图是元数据信息的全景视图，描述所有元数据对象的血缘关系，所处层级覆盖范围包括 ODS->DWA->DWD->DM 层，全面呈现数据仓库中数据之间的关系。当数据地图重置，立刻生成数据地图，不需要等待定时聚合。

- 全景视图

提供数据对象关系的全景地图，地图中圆点代表表或视图对象，方块代表存储过程，不同颜色表示数据对象所处的数据仓库层级。

- 数据对象检索

提供基于目录和关键字的数据对象检索功能。

- 数据对象定位

提供元数据对象在数据地图的定位功能。

- 对象关系

提供对数据地图某一数据对象的血缘关系查看功能。

4.1.3.1.1.2.4 应用管理

应用管理功能支持多租户管理模式，实现以系统对象-->目录-->模块-->应用对象树形结构管理应用，具备添加、编辑、查看、删除、刷新、应用对象发布、应用关联指标的能力；

同时管理平台支持监控应用，即对象发布统计和列表，导出对象实例。

4.1.3.1.1.2.5 层级管控

元数据管理功能支持对模型对象的层级管理，支持对上级逻辑模型查看、本级逻辑模型下发到下级，下级逻辑模型目录同步；下级对象同步本级下发对象；下级逻辑对象上报本级；差异信息获取的功能。

4.1.3.1.1.2.6 血缘分析

能够以图形方式清晰的展现出元数据(表、视图、字段、指标)每一步数据的来源情况，具体可以细化到字段级。

4.1.3.1.1.2.7 影响分析

能够以图形方式清晰的展现出元数据(表、视图、字段、指标)每一步数据的流向情况，数据的流向情况包括该元数据直接或间接为其他元数据提供数据和相关的加工规则。元数据对象和对象之间以连线方式表现影响分析的结果。支持图形化展示对象变更后的影响情况，并支持对受影响对象的自动化处理。

4.1.3.1.2 数据建模管理

4.1.3.1.2.1 建模主题

提供可视化的建模及模型部署情况监控的工具，定义通用数据实体和数据结构，实现数据模型的标准化和一致性，并能够提供贯穿数据的开发、部署、治理等各个阶段的模型管理功能，记录数据仓库模型建设的全过程。

数据建模包括航班类、旅客类、物流类、商业类、综合类、经营类、交通类、管理类等主题建模。

4.1.3.1.2.2 配置管理

4.1.3.1.2.2.1 自定义或预设参数

数据建模自定义或预设参数设置包括元数据默认目录和数据库字段映射关系，根据实际情况修改默认目录和字段映射信息。模型物化时，将按照配置好的字段映射关系物化。

4.1.3.1.2.2.2 建模规则配置

建模规则是模型设计的规范，用于建立逻辑模型时，对逻辑模型的表名、名称、描述和属性编码，属性名称进行命名规范，通过选择管理维度，添加逻辑模型选择相应的管理维度将必须遵循以下规则：

(1)规则类型：支持表名、名称、描述和属性编码、属性名称规则类型。

(2)添加方式：支持前缀，后缀，包含，自定义等设置。

(3)规则内容：选择添加方式为前缀、后缀、包含时，用户可直接输入相应内容；当选择自定义时，用户必须根据需求输入一个正则表达式。

4.1.3.1.2.3 模型设计与管理

4.1.3.1.2.3.1 逻辑模型

(1)模型列表

模型列表展示管理逻辑建模的界面，通过对逻辑模型搜索和模型信息查看，显示模型信息。

(2)创建目录及模型编辑面板

模型目录树包含刷新、添加目录、添加设计器、编辑和删除操作，通过创建目录和添加涉及面板创建设计面板，添加逻辑模型时，基于建模规则对模型进行校验。

(3)新建逻辑模型

通过拖拉拽新建逻辑模型，具备基本信息和结构信息录入，包括名称、表名、注释，结构信息包括序号、属性名称、类型、是否主键、是否可空、长度、精度、外键、默认值和注释。

(4)编辑、删除模型

模型编辑面板提供对模型的编辑和删除操作。

(5)添加外键关系

外键关系可通过鼠标拖移进行字段连线进行构建。

(6)反转模型

模型的反转(反向建模)，是指将一个物理模型反转建立逻辑模型。数据仓库初始化后，可将物理模型反转建立逻辑模型。

(7)元数据中管理逻辑模型

逻辑模型提供查看、物化、历史版本、导出逻辑模型等操作。

4.1.3.1.2.3.2 物理建模

物理建模是指逻辑对象物化形成物理对象的过程。

(1)模型物化

模型的物化提供多种方式：数据建模中的物化操作、模型设计器中的物化(对模型面板上的逻辑模型模型进行物化)，支持物化的数据库资源基础配置和物化到该资源下的 Schema 配置，以及逻辑模型对象物化后存放的目录配置。

(2)物理模型管理

对落地的物理模型进行查看、搜索、查看、物化、历史版本、导出逻辑模型等操作。

4.1.3.1.2.4 模型部署检测

4.1.3.1.2.4.1 数据仓库列表

数据仓库列表是模型部署监控的入口，列表中展示了系统中维护的所有数据库资源。

4.1.3.1.2.4.2 忽略规则

忽略规则是模型部署监控，差异对比过程中控制忽略对象的规则，忽略规则维护提供新增、删除、启用、停用的操作，支持批量增加。

4.1.3.1.2.4.3 模型部署检测

模型部署检测是扫描数据库对象形成仓库模型，并通过对比仓库模型与物理模型，达到检测模型部署的情况的目的。模型部署检测提供定时扫描检测和手动扫描检测两种方式。

4.1.3.1.2.4.4 异常信息列表

异常信息列表显示模型部署异常情况，包括如下情况：

(1)数据仓库对象是否规范维护

(2)对象无异常:数据仓库对象与物理模型对象信息一致

(3)非规范新增：未通过建立模型、物化、部署等操作，直接在数据仓库中新增对象

(4)非规范删除：模型落地后未执行删除操作，直接在数据仓库中删除

(5)非规范修改：数据仓库对象与物理模型对象信息不一致

(6)未执行落地：模型物化后，未执行落地操作的对象

4.1.3.1.3 数据质量管理

数据质量管理的功能是为了解决目前普遍的数据质量顽疾，通过建立数据质量管理机制，制定质量管理规范，确定相应的工作流程方法，并在系统中实现数据质量检查、修正、考核功能，形成数据质量修正闭环的机制，确保数据质量问题由发散状态转为收敛状态，并随着时间的积累逐步逼近真实状态。

为确保数据质量，从数据中探测并驱逐错误数据和矛盾的数据，对输入不规范、丢失信息、非法数据、多个数据源被整合后等需要做数据清洗，实现数据清洗功能。

数据质量是对数据（表或视图）进行稽核来判断数据的质量。通过对数据配置稽核规则，由数据质量平台运行稽核任务，得出稽核结果并显示在稽核结果。最终实现质量稽核规则可配置、稽核任务全流程嵌入、质量问题联动处理功能。

数据质量稽核管理具备全流程的数据稽核功能，同时具备一致性校验能力。对于轻量级的数据具备人工审核的能力，支持从完整性、有效性、及时性、一致性、准确性、唯一性六个维度进行分析，支持数据的清洗和标准化，能够根据数据标准自动生成清洗和标准化的质量规则，支持周期性的监控和清洗。

4.1.3.1.3.1 规则管理

4.1.3.1.3.1.1 稽核规则

质量稽核规则是对数据的规定，通过稽核规则验证数据的正确性和有效性，并提高数据使用质量，供决策者参考。质量稽核规则有空值校验、重复校验、格式校验、波动校验、参考校验、一致性校验、逻辑校验、关系校验和自定义校验 9 类稽核规则。规则配置时，可设置数据限定，只稽核指定的部分数据，根据规则需要可设定规则参数，一个表可以同时添加多个稽核规则，每个规则可根据用户要求设定告警比例和错误比例。

4.1.3.1.3.1.2 规则参数和数据限定

数据限定和规则参数限制条件是对稽核对象所有规则的稽核数据的限制，是对一个表上的所有规则有效的，每个规则稽核的数据都是数据限定的数据。

4.1.3.1.3.1.3 稽核规则统计

稽核规则统计，统计已配置规则和未配置规则对象树，及每类规则配置情况。在未配置对象数点击进去可添加和查看规则。支持多租户管理，并对规则总数的查询、添加、规则导入导出、过滤配置等操作。

4.1.3.1.3.2 质量稽核

4.1.3.1.3.2.1 质量稽核

支持添加、配置质量稽核作业，并可以关联指定的规则模板，选择监控的数据对象，进行质量规则监控。

支持按目录管理质量作业，配置告警邮件通知和周期性调度功能。配置好质量作业后，可以运行或调度作业，查看运行详细信息。

4.1.3.1.3.2.2 稽核任务

支持稽核任务的编辑、查看、删除管理；通过数据流调度稽核流程调度起稽核任务。

4.1.3.1.3.3 质量报告

数据质量报告是对所有监控过程中发现的质量问题处理过程以报告形式累积的过程。数据质量报告提供了一个集中展示平台数据质量状况的窗口，数据质量管理人员召集相关人员对数据质量报告进行分析讨论，以总结经验、沉淀知识和改进方法，不断提高机场管理数据质量问题的处理能力。

可提供平台级质量报告，对所有生成的稽核问题进行展示说明。

4.1.3.1.3.3.1 稽核结果统计

对所有稽核结果进行可视化展现，用户可以清楚看到数据稽核后的结果。支持按日账期、月账期、无账期、地域、稽核时间、资源库、是否发布、对象名称、执行结果进行查询。

并支持结果搜索及结果明细查看功能，支持查看任务的执行情况、表级质量报告、血缘关系，支持查看具体规则详情、规则的执行 SQL、错误数据和工单详情。

支持多租户管理，支持对各种查询条件的稽核结果查看。

4.1.3.1.3.3.2 稽核问题血缘关系分析

对所有生成的稽核问题血缘关系提供列表展示，并提供相应的查询(血缘分析也称血统分析，是指对指定实体回溯分析其数据来源和问题稽核过程，支持以图形方式直观展现其数据来源和去向)、高级查询等功能。

4.1.3.1.3.4 运维管理

运维管理支持对质量作业的运行记录和运行结果的查看，支持按时间和名称、运行状态筛选运行记录，其中运行结果链接可以查看规则的运行结果详细信息，如果出现异常还可以通过查看执行日志查看异常原因。

4.1.3.1.4 数据标准管理

数据标准管理针对大数据平台实施数据标准管理，基于数据集成、数据质量管理等，实现标准创建、标准管理及映射管理，通过数据稽核规则完成符合数据标准的实施，保障数据的规范性。数据标准管理功能实现数据标准的申请、制定、审核、发布、维护、查询统计的闭环管理，推动标准在业务领域和技术领域的落地实施，提高整体业务运行和管理效率。

4.1.3.1.4.1 码表管理

码表管理支持码表的新建、发布、导入、导出、下线、删除以及逆向数据库导入等功能。

支持在质量监控中用于监控业务数据的值域范围；支持在维度建模中可以引申为枚举维度。

4.1.3.1.4.2 标准管理

数据标准，也称数据元，由一组属性规定其定义、标识、表示和允许值的数据单元，是不可再分的最小数据单元。用户可以将数据标准关联到各个业务上的数据库中。其中，标识符、数据类型、表示格式、值域是数据交换的基础，用于描述表的字段元信息，规范字段所存储的数据信息。

数据标准管理提供数据标准的新建、导入、导出、发布、下线、删除等功能。同时，支持在关系建模中新建业务表时，与业务表中的字段相关联，从而约束业务表中的字段遵从指定的数据标准。

4.1.3.1.4.3 标准字典管理

对企业标准数据字典(数据元)进行统一管理，自动匹配数据中心模型引用标准字典数据分析，支持按关键进行数据标准检索，检索结果能够直接跳转查看对应标准详情。

4.1.3.1.4.4 基础数据标准化

通过定义行业数据属性、内容、规格等标准，建设机场基础数据标准化库，形成元数据、数据字典的标准规范，包括对数据的定义、约束、数据类型、说明等数据项的要求。基础数据标准通过业务属性(含代码信息)、技术属性来描述数据规范化要求。在业务属性中需要定义标准中文名、业务定义；在技术属性中明确数据类型、长度、精度等。基础数据的标准规范，为不同系统间交互、内外部数据交换提供指导性要求。

4.1.3.1.4.5 数据标准维护

实现数据标准录入或采集，建立数据标准管理，并进行对映射对象和映射关系进行管理，保障数据稽核自动实施。

主要功能包括：

一、标准创建

创建标准有两种方法：

1)标准录入：定义标准的类型、标准属性等；

二、类型管理

(1) 标准类型管理：支持按照标准类型管理，如创建、删除、修改等，每个类型的属性。如标准列表及属性类标准、文档类标准、代码类标准等；

(2) 支持按照标准类型统计；

4.1.3.1.5 数据安全管理

数智平台的安全管理由一系列安全服务构成，各类安全服务是实现安全管理目标的重要技术手段，根据其所属层次的不同，安全服务从网络、系统与应用层面对数据操作的行为与数据实施监控、管理、保护，保障平台各项服务的安全运行，用户数据的安全可靠。

4.1.3.1.5.1 身份认证

WebUI 认证：浏览器登录方式，大数据各组件均提供 WebUI 登录方式，通过用户名/口令进行认证。

Web 单点登录：提供了基于 CAS 的单点登录，用户在任意 Web 界页面登录后，访问其他各组件 Web 页面，无需再次输入用户名/口令进行认证。

API 访问：应用组件提供对外的 API，用户在使用这些 API 时，必须先进行认证，认证通过后才能使用对应的 API。

4.1.3.1.5.2 授权管理

可视化的多组件统一的集中用户权限管理，简单易用。

基于角色的访问控制（RBAC），预定义权限集（角色）可重复使用，灵活。

4.1.3.1.5.3 数据脱敏

根据数据敏感程度、使用对象、数据用途、访问场景不同等，对数据进行数据脱敏确保数据安全。

1、提供敏感数据的动态脱敏功能，保障敏感数据访问安全。

2、支持脱敏规则自定义配置，保障用户使用简单便捷，且规则可变的原则。脱敏加密规则按需定义，灵活配置同构数据库、异构数据库之间敏感数据脱敏处理，同时保证数据的有效性和可用性。通过简单配置即可完成脱敏策略设计，进行脱敏任务管理。

4.1.3.1.6 数据资产管理

数据资产管理围绕数据搜索，服务于数据分析、数据开发、数据挖掘、数据运营等数据表的使用者和拥有者，提供便捷的检索及详情查看等能力。

4.1.3.1.6.1 数据资产总览

通过数据资产总览，可以查看数据资产全局视图及资产报告。数据资产全局视图包括技术资产和业务资产。

通过元数据采集，将各数据源元数据信息采集到数据治理平台，作为技术资产呈现；支持采集业务分层的主题，作为业务资产呈现，并与技术资产自动关联。

4.1.3.1.6.2 资产检索管理

智能检索支持通过关键字、资产类型、资产标签、资产分类等多维度组合进行便捷搜索，并支持模糊搜索，搜索结果支持以列表显示，并提供匹配的关键字高亮。

4.1.3.1.6.3 资产详情管理

支持查看数据资产详情，支持数据资产类型、创建时间、创建人、所属数据连接等基本属性查看；支持数据表 Schema、所属数据库、表大小等基本属性查看；支持各类数据资产描述信息、分类、术语查看和编辑；支持各类数据资产关联关系统计和详情查看。

4.1.3.1.7 数据开发管理

4.1.3.1.7.1 数据开发

数据开发支持基于浏览器的图形环境创建工作流作业，用户对数据迁移作业、SQL、Spark、RESTfulAPI、Shell 类任务进行混合编排，支持丰富的调度机制。

➢ 支持零编码自动生产 SQL

用户可以使用 ETL 算子图形化编辑自动生成 DLISQL，支持转换、过滤、Join 操作。

➢ 支持丰富的逻辑控制

工作流作业中支持条件判断、子工作流调用，通过设置依赖关系，可以使用不同工作流作业之间和相同工作流不同调度周期之间协同工作。

➢ 支持丰富的调度机制

支持时间周期调度，以及作业间的调度依赖配置。

4.1.3.1.7.2 运维监控

数据开发管理支持对作业进行全链路端到端监控，提供丰富的运维能力，确保作业运行状况持续可管、可视。

全链路端到端监控：实时显示作业上各节点执行状态等；运维界面支持显示所有作业状态的统计、调度任务数时间分布、任务运行数时间分布等。

作业重跑：工作流作业运行出错或失败时，运维人员对问题进行定位修复后，数据开发管理支持对出错的作业进行重新执行。

4.1.3.1.8 数据作业调度

针对各类数据采集、数据加工任务、数据服务任务，大数据平台需提供作业调度功能。ETL 作业是用来描述将数据从来源端经过抽取、转换、加载至目的端的过程，用于数据仓库开发中将数据由业务系统归集到数据仓库、构建数据集市的过程。

4.1.3.1.8.1 调度功能

抽取加载和转换作业需要一个集中的调度平台控制他们的运行，决定执行顺序，进行错误捕捉和处理。

完善的 ETL 调度平台具有以下几个能力：

- 流程步骤控制能力：调度平台必须能够控制整个 ETL 流程(抽取加载和转换作业)，进行集中化管理，不能有流程游离于系统外部。
- 系统的划分和前后流程的依赖：由于整个 ETL 系统里面可能跨越数十个业务系统，开发人员有数十拨人，必须支持按照业务系统对 ETL 流程进行划分管理的能力，同时必须具有根据流程依赖进行调度的能力，使得适当的流程能在适当的时间调起。

- 合理的调度算法：同一时间调起过多流程可能造成对源数据库和 ETL 服务器还有目标数据库形成较大负载压力，故必须有较为合理的调度算法。
- 日志和警告系统：必须对每一步的流程记录日志，起始时间，完成时间，错误原因等，方便 ETL 流程开发人员检查错误，对于发生错误的流程，能及时通知错误人员进行错误检查和修复。
- 较高可靠性，即 ETL 流程运行可靠。

4.1.3.1.8.2 ETL 工具

大数据中心需要一个可视化的 ETL 设计、调度及监控功能，支持各种数据加工处理，如数据仓库建设、数据迁移、数据存档、数据整合、数据同步等。需要易用的、基于用户协作的可视化开发工具，以及可共享复用的开发资源库，可以显著的提高工作效率，降低部署时间、规范开发流程、简化维护升级，使业务人员从繁重的维护业务运转的日常数据工作中解脱出来，专注于新业务的开发。

ETL 工具能够对大数据中心的离线数据采集及加工处理的数据流、任务流进行设计及调度作业，与外部单位无缝交换数据，确保数据质量，使用分布式集群经济高效的完成数据集成，提高数据处理效率，降低开发和部署、运维的开支，从而简化并降低数据集成的难度与成本。

4.1.4 数据服务体系

4.1.4.1 统一数据门户

1）数据门户定位

数据门户的定位，是作为数智平台的用户登录窗口，建设统一的数据门户，需与数智平台对接，实现数据仓库访问、应用支撑工具使用、数据查询的基于页面实现的功能。

门户作为提供数据查询、报表查询、数据分析等数据服务的用户入口，支持：。

统一访问：实现内外部用户的统一登录、统一验证。

统一用户：对接内外部用户，构建用户中心。

统一权限：对接其他系统用户权限管理，实现统一权限管理。

统一集成：通过单点登录实现内部应用集成。

2）数据门户功能

通用功能：门户自带的常用系统功能，包括菜单导航，页签功能，消息，在线，注销，切换主题，首页设置等。

提供面向业务部门、数据管理部门提供数据治理后的成果运维和运营的数据门户，从录数据、看数据、用数据、提炼快捷功能等多方面举措进行数据的运营管控，实现全盘掌握数据资产、快捷录入业务数据及需求、高效精准检索数据资产、安全可靠共享使用数据的运营目标。

权限管理：包括用户管理、角色管理、组织机构管理、用户属性管理、组织机构扩展属性管理、资源授权管理、租户管理。

资源管理：访问资源管理、租户共享配置。

日志管理：日志配置、日志查看。

4.1.4.2 统一数据共享

大数据中心的数据共享交换功能，使用集成服务平台的能力，不论是数据中心对外共享数据还是数据中心从外部系统获取数据，使用集成服务平台的数据服务封装能力进行数据共享交换。

数据服务共享的方式应包括但不限于以下几种：API 服务、SDK 服务、即席查询服务、数据库读写服务等。

1)实时的数据共享交换，使用机场信息交换平台的消息处理功能，数据使用方和数据提供方分别适配 MQ 组件，完成数据的发送和接收。

2)大数据中心将数据以服务的形式向第三方开放，通过机场信息交换平台，构建数据 API，完成从数据库到 RestfulAPI 的转换。

3)第三方数据以 API 的形式向大数据中心开放，大数据中心通过机场信息交换平台定时调度抽取外部数据，抽取完成之后，机场信息交换平台将数据送入 MQ 通道，大数据平台的流处理模块订阅 MQ 通道的 TOPIC，完成数据的获取。

4)第三方开放数据库完成数据的共享交换，则大数据中心通过机场信息交换平台，完成大数据中心的数据库与第三方数据库(如：Oracle，MySQL，Hbase，HIVE，MonogoDB 等)的同步。

数据共享是根据各单位业务需要及数据共享程度，在数据共享协议的基础上，对机场内外提供数据共享服务。应能支持民航行业以及国际等共享协议标准，并支持扩展协议进行各单位数据共享交换。数据服务可以为数据共享、上层业务应用等提供各类数据获取的接口服务。数据共享服务除支持机场内部相关系统间数据共享外，还需实现对民航运行数据共享平台、集团相关系统、空管、业态公司等系统及平台的数据共享支持。

基于集成平台，将数据湖汇聚的数据、以及融合数仓加工处理后的数据、算法、指标等封装为服务或消息，提供给各业务系统调用，实现数据对业务的统一赋能。

通过数据服务化接口的调用，以及数据服务的适配和编排，使得数据加工处理的变化不会影响业务应用对数据的调用关系；也可以避免业务应用的变化，影响数据的加工；在不影响数据共享交换的同时，实现数据与应用的解耦。

数据共享服务的开发应遵循相关数据服务规范要求：

提供的数据共享服务应是基于各个系统之间（2个及2个以上）的数据交互需求，有明确的数据提供方和数据消费方。

数据共享服务支持标准化接口，服务采用RESTAPI方式，消息采用MQ方式。

数据共享服务的数据格式必须采用JSON或XML格式，非此格式的服务需重新封装为JSON或XML格式。

4.1.4.3 数据资产目录

基于统一数据服务的目的，将大数据中心的数据形成数据资产目录，用于提供给上层应用及数据分析应用，查看并订阅所需的数据服务。

数据资产目录管理是通过编目、注册、发布和维护资源目录内容，实现民数据服务资源管理、发现与定位，主要具有元数据管理、目录管理、目录服务和目录节点管理等功能，通过这些目录管理功能建立机场数据服务资产库。

目录管理支撑目录中心和目录节点的运行。目录节点具有编目、目录注册、目录审核、目录更新、目录发布、目录检索等基本功能；目录中心具有目录节点的基本功能，并具有目录节点管理功能。

用户可以通过服务目录得到系统提供的数据分类信息和数据的描述信息，并可进行相关数据查询。

目录功能提供两个层面的功能：一种是返回数据分类目录，另一种是返回相应的元数据属性信息。

4.1.5 数据挖掘分析服务

本方案基于机场空侧运行、航站楼服务、商业经营、能耗设施、货运物流、陆侧交通六大核心业务痛点，搭建全维度数据挖掘模型体系，通过汇聚机场多源异构数据，结合机

器学习、深度学习、智能优化算法，实现从事后统计分析向事前预测、事中调度、事后优化的数字化转型，全面提升机场运行效率、旅客服务品质、商业营收能力与绿色节能水平。

4.1.5.1.1 航班延误预测模型（空侧运行核心）

1. 建设背景

机场航班延误具有突发性强、影响链条长、关联因素复杂的特点。传统人工调度仅能在延误发生后被动处置，存在信息推送不及时、资源调度滞后、大面积延误无序管控、旅客投诉率高等问题，无法满足千万级枢纽机场精细化运行管控需求。

2. 多源数据汇聚层

整合机场内外全维度影响数据，构建模型训练与推理数据底座：

- 航班核心数据：航班计划时刻表、实际起降记录、航班备降/取消记录、滑行时长、停机位占用数据；
- 环境气象数据：实时风速、能见度、雷雨、雾霾、强对流天气、空域天气预警、季节气象规律数据；
- 机场运行数据：跑道占用时长、起降架次、空管管制指令、机场流量峰值数据；
- 关联干扰数据：空域管制、军事活动、设备故障、特殊航班保障数据。

3. 核心算法架构

采用时间序列分析+随机森林融合算法架构：

- 时间序列算法：捕捉航班运行时序变化规律，拟合日间、周度、季度航班延误周期性特征；

- 随机森林算法：对天气、管制、流量等多维度非线性影响因子进行权重打分，精准识别核心致因，规避单一算法预测误差。

4. 模型核心能力

- 精准时长预测：支持 15 分钟/30 分钟/1 小时/2 小时多时间粒度航班延误时长预测；
- 智能归因分析：自动判定延误核心原因（天气、空管、机场保障、航空器故障等）；
- 连锁影响推演：预判单航班延误对后续机位、机组、后续航班的连锁延误影响；
- 大面积延误预警：高峰时段批量航班延误趋势预判与风险分级。

5. 落地业务场景

- 运行调度场景：为空管、机场运控中心提供决策依据，提前调整滑行路线、停机位分配、地勤保障班次；
- 旅客服务场景：联动机场大屏、小程序、航司系统，自动提前推送延误预警、预计起降时间，减少旅客聚集等待；
- 应急处置场景：大面积延误时，智能输出旅客安置、航班调班、候机区疏导优化方案；
- 复盘优化场景：沉淀延误数据台账，为机场运行流程优化、空域协调优化提供数据支撑。

4.1.5.1.2 旅客流量预测模型（航站楼服务核心）

1. 建设背景

机场航站楼存在客流潮汐式波动特征，节假日、早晚高峰、大型活动期间客流暴增，易引发安检拥堵、值机排队、登机口旅客滞留、服务资源浪费等问题。传统固定排班模式无法适配动态客流，存在高峰人力不足、平峰人力冗余的痛点。

2. 多源数据汇聚层

- 历史客流数据：航站楼各楼层、值机岛、安检口、登机口、到达厅分时历史旅客流量、进出港旅客总量数据；
- 时间维度数据：工作日/周末、法定节假日、寒暑假、昼夜时段、淡旺季时间标签数据；
- 活动事件数据：城市大型展会、赛事、演唱会、旅游旺季等增量客流数据；
- 航班联动数据：进出港航班架次、机型大小、客座率、航班集中到发时段数据。

3. 核心算法架构

采用 ARIMA 时序预测+LSTM 深度学习融合模型：

- ARIMA 算法：精准捕捉客流周期性、趋势性变化，适配日常常规客流预测；
- LSTM 神经网络：深度挖掘节假日、大型活动等突发非线性客流增量，解决传统算法对突发客流预测不准的问题。

4. 模型核心能力

- 全场景客流预测：支持未来 1 小时/4 小时/24 小时/7 日航站楼整体及分区客流预测；
- 分区精细化预测：精准输出值机区、安检区、候机区、到达出口、行李提取区各区域客流数据；

- 客流峰值预判：自动识别客流高峰时段、峰值人数、拥堵风险等级；
- 资源匹配测算：根据客流规模自动测算所需安检通道、服务人员、自助设备开启数量。

5. 落地业务场景

- 人力动态排班：指导安检、地服、问询、保洁人员弹性排班，高峰增配、平峰减配；
- 设备智能调度：动态开启/关闭自助值机、自助安检、自助托运设备，提升设备利用率；
- 客流疏导管控：高客流预警时，启动疏导预案，增开临时通道、增设服务点位；
- 商业运营辅助：为航站楼商铺、问询服务、中转服务的人员配置提供客流数据支撑。

4.1.5.1.3 商铺精准营销模型（非航营收核心）

1. 建设背景

机场非航商业收入是机场核心营收增长点，传统商铺招商、定价、营销依赖人工经验，存在铺位利用率不均、营销活动盲目、客群匹配度低、营收增长乏力的问题，无法实现商业资源价值最大化。

2. 多源数据汇聚层

- 商业经营数据：各商铺销售额、客单价、转化率、营业时间、商品品类、库存数据；
- 旅客行为数据：旅客动线轨迹、区域停留时长、消费偏好、年龄、出行类型（商务/旅游）；
- 客流时空数据：各商业区域分时客流量、高峰时段客流属性、旅客流动方向；
- 营销活动数据：历史促销活动效果、优惠券核销率、活动转化率数据。

3. 核心算法架构

采用 K-Means 聚类算法+关联规则挖掘算法组合架构：

- K-Means 聚类：对机场旅客进行消费层级、偏好、出行属性智能分群，构建机场旅客商业画像；
- 关联规则挖掘：挖掘旅客消费关联规律（如茶饮+文创、免税品+美妆等组合消费特征）。

4. 模型核心能力

- 客群画像构建：自动划分高端商务客、旅游家庭客、年轻出行客等细分消费群体；
- 区域价值评估：量化各楼层、各位置商铺的客流价值、转化潜力、营收天花板；
- 营销智能匹配：针对不同客群输出精准促销方案、组合消费活动；
- 招商选址优化：根据区域客流属性，推荐适配的商铺品类、品牌层级。

5. 落地业务场景

- 商铺招商规划：指导机场商业部铺位招商、品类布局、租金定价、品牌替换优化；
- 精准营销运营：节假日、客流高峰定制差异化促销活动，推送适配旅客偏好的消费权益；
- 商户经营赋能：为入驻商户提供客流分析、消费趋势、经营优化建议；
- 商业资源盘活：优化低效商铺品类，淘汰低转化业态，提升整体商业坪效。

4.1.5.1.4 能源消耗优化模型（绿色机场核心）

1. 建设背景

机场航站楼、综合交通楼、办公区设备密集，照明、中央空调、电梯、给排水系统24小时不间断运行，能耗体量巨大。传统人工开关、固定模式运行方式能耗浪费严重，缺乏动态调优机制，不符合绿色低碳机场建设标准，能耗管控精细化不足。

2. 多源数据汇聚层

- 设备能耗数据：照明系统、中央空调、新风系统、电梯、水泵、弱电设备实时功耗、分时能耗统计数据；
- 环境感知数据：航站楼室内温度、湿度、人流量、采光亮度、空气质量数据；
- 外部气象数据：室外温度、光照、风力、季节气候变化数据；
- 运行时段数据：机场运营时段、昼夜时段、客流高峰/平峰时段数据。

3. 核心算法架构

采用深度强化学习算法

算法通过持续与机场设备运行环境交互，自主学习最优能耗控制策略，动态迭代优化控制逻辑，适配不同场景能耗需求，解决固定控制模式僵化问题。

4. 模型核心能力

- 能耗精准预测：预判不同时段、不同客流场景下的设备能耗需求；
- 动态策略调优：自动适配室内外环境、客流密度，调整空调温度、照明亮度、设备启停数量；
- 能耗异常预警：识别设备异常耗电、空载运行、故障能耗损耗问题；

- 节能效果量化：实时统计节能率、节约电量、碳排放减排量。

5. 落地业务场景

- 照明智能管控：根据自然光亮度、客流密度，自动开关、调节航站楼公共区域照明；
- 空调新风优化：高峰客流增大新风与制冷量，平峰低载运行，无人区域关停设备；
- 设备节能调度：电梯、水泵等机电设备错峰运行、集群优化，减少空载能耗；
- 能耗运维管控：生成日/月/年度能耗分析报表、节能优化报告，指导设备运维。

4.1.5.1.5 6. 货物流转优化模型（空港物流核心）

1. 建设背景

机场航空货运存在货物种类多、航班周转快、分拣流程复杂、仓储周转压力大等特点，传统人工规划货物流转路径、仓储堆放方案，易出现分拣效率低、货物积压、周转超时、仓位浪费、错运漏运等问题，制约机场货运吞吐量提升。

2. 多源数据汇聚层

- 货运业务数据：货物入库量、出库量、分拣记录、货物类型（普货、快件、冷链、危险品）、重量体积数据；
- 航班联动数据：货运航班起降时刻、舱位容量、货物装载时限、航班动态变更数据；
- 场站资源数据：货站分拣设备状态、仓储仓位分布、叉车/人力资源、堆场占用数据；
- 流转时效数据：历史货物分拣时长、仓储停留时长、中转周转时效数据。

3. 核心算法架构

采用线性规划+遗传算法双优化架构

- 线性规划算法：基于时效、仓位、设备、人力约束，搭建最优资源分配数学模型；
- 遗传算法：全局迭代求解最短流转路径、最高周转效率方案，解决多约束条件下的最优调度问题。

4. 模型核心能力

- 最优路径规划：为不同类型货物自动匹配分拣、转运、入库、出库最优流转路径；
- 仓储智能分配：根据货物时效、类型、目的地，智能分配仓储仓位，避免积压；
- 资源智能调度：测算分拣设备、人力、叉车最优配置方案，匹配货运峰值压力；
- 时效管控预警：预判货物超时流转风险，提前预警积压、滞留问题。

5. 落地业务场景

- 货物分拣调度：自动化优化货运分拣流水线作业顺序，提升分拣效率；
- 仓储周转管理：动态规划仓位使用，优先保障急件、中转件快速周转；
- 航班装载保障：根据航班截载时间，倒排货物处理时限，保障货运航班准点装载；
- 货运效能优化：持续优化货站作业流程，降低人力与设备闲置率。

4.1.5.1.6 机场周边交通流量预测模型（陆侧交通核心）

1. 建设背景

机场陆侧交通包含出租车、大巴、私家车、地铁、公交等多种业态，航班集中到发时段易引发周边道路拥堵、接驳运力不足、旅客滞留机场等问题。传统交通调度滞后，无法实现空侧航班与陆侧交通的联动协同。

2. 多源数据汇聚层

- 道路交通数据：机场高速、进场路、出发/到达高架实时车流、历史分时交通流量、拥堵时长数据；
- 航班联动数据：到港航班数量、落地时段、旅客到港规模、延误航班集中落地时段；
- 公共交通数据：机场大巴、公交、地铁班次、运力、发车时刻数据；
- 环境时间数据：早晚高峰、节假日、天气、大型活动等交通影响数据。

3. 核心算法架构

采用 ARIMA 时序预测+RNN 循环神经网络融合算法

- ARIMA：捕捉日常道路交通流量的周期性变化规律；
- RNN 循环神经网络：深度关联航班到发客流与地面车流的动态耦合关系，精准预测航班增量带来的交通拥堵。

4. 模型核心能力

- 道路流量预测：提前预判机场周边各主干道、进场道路车流变化与拥堵等级；
- 接驳运力测算：根据到港旅客规模，自动测算出租车、大巴、地铁所需接驳运力；
- 拥堵时段预警：精准预测交通高峰时段、拥堵持续时长；
- 空陆联动调度：输出交通疏导、运力增补、车流管控优化方案。

5. 落地业务场景

- 公共交通调度：联动交通部门，高峰时段加密机场大巴、公交、地铁班次；
- 出租车运力调配：提前调度巡游出租车、网约车进场，解决旅客打车难问题；
- 道路交通管控：联动交警部门，对进场路、出发高架进行车流疏导、临时管控；
- 旅客接驳引导：通过机场大屏、小程序推送地面交通状态、最优出行方式。

4.1.6 机场智能小助手

把机场里"人找制度、人找数据、人找话术、人找信息"的低效模式，升级为"信息找人、知识找人、服务找人"的智能模式——对内降本提效、对外增收提质、对中长期沉淀机场自己的数字资产。

4.1.6.1.1 建设内容

一、对内：让"人"回归判断，把"检索与撰写"交给 AI

机场是一个制度密集、流程密集、协同密集的组织——运行手册、安检规范、应急预案、商务合同、会议纪要、汇报材料，员工大量时间花在"找文件、写材料、对口径"上。

智能小助手的核心作用不是替代员工，而是：

- 新员工不再靠"问师傅"上手，秒级调取制度原文；
- 老员工不再被公文、纪要、报表绑架，把精力留给真正需要经验判断的运行调度与客户沟通；
- 管理层在运行会上即席提问、即席出数，决策从"等周报"变成"看实时"。

本质：把机场员工从"知识搬运工"还原为"专业判断者"。

二、对外：让旅客在"对的时间、对的触点、收到对的服务"

机场的服务体验是碎片化、瞬时化、高情绪的——旅客在值机、安检、候机、中转、到达每个节点停留时间短、需求差异大。传统客服是"人找问题"，传统营销是"广撒网"。

智能小助手的价值在于：

- 客服端：一线人员实时获得话术与情绪预警，服务一致性拉齐，投诉从事后追责变为实时干预；
- 营销端：基于旅客画像在登机口、小程序、自助柜台做千人千面的产品推荐，把"打扰旅客"变成"帮到旅客"。

本质：把机场商业从"收租式招商"升级为"数据驱动的精准服务"，直接撬动非航收入。

4.1.6.1.2 建设场景

4.1.6.1.2.1 文档助手

建设内容：

公文写作：内置党政机关 / 国企公文模板（通知、报告、请示、纪要、函），根据主题自动生成初稿，符合机场行政行文规范。

写作提纲生成：输入主题即可输出结构化大纲（如季度运行分析报告、年度服务质量提升方案）。

文档改写润色：支持缩写扩写、语气调整（正式 / 简报）、错别字与表述规范检查、中英文互译。

支持长文档（50 页以上）的摘要提炼、要点提取与对比分析。

建设价值：

公文初稿撰写效率提升 60% 以上，文员从 "写" 转向 "审"。

减少因表述不规范导致的公文退改率，统一机场对外行文口径。

海外项目 / 多语言场景下，英文报告与邮件起草成本显著下降。

4.1.6.1.2.2 合同助手

建设内容：

合同起草：基于机场标准合同模板（土地租赁、商业租赁、广告位、服务采购、工程合同），输入关键要素自动填充生成初稿。

合同审核：自动识别风险条款（付款条件、违约责任、排他条款、自动续约、不可抗力），对比机场标准模板偏差，标注高风险条款。

合同智能检索：以语义方式检索历史合同（如 "找出去年所有租金递增超过 5% 的商业租赁合同"），支持合同要素提取（金额、期限、对方主体）入库。

建设价值：

法务 / 采购部门合同审核周期缩短 40% 以上，减少外部律师咨询费用。

避免关键条款遗漏带来的经营风险（尤其机场商业租赁、特许经营这类大额长周期合同）。

历史合同数据资产化，为商务谈判与租金复盘提供依据。

4.1.6.1.2.3 客服助手

建设内容：

优秀话术推荐：基于旅客历史问题库与机场服务标准，客服人员输入旅客问题时实时推荐标准应答话术（中英双语，适配多语种）。

对话情绪质检：自动监听客服通话 / 在线对话，识别旅客不满情绪、关键词投诉（如 "赔偿"" 拒载 ""投诉"），实时预警并生成质检报告。

智能客服多轮优化：为机场智能客服（IVR / 在线机器人）持续补充知识条目、优化多轮对话流程，识别机器人答不上来的问题并回流人工。

与机场呼叫中心、小程序客服、柜台 PDA 系统集成。

建设价值：

新客服培训周期缩短 50%，一线客服应答一致性显著提升。

投诉响应从事后发现变为实时预警，降低舆情升级风险（机场作为高敏感公共场所，一次服务事件易上热搜）。

旅客满意度（NPS）提升，支撑 Skytrax / 国际机场服务质量星级评定。

4.1.6.1.2.4 营销助手

建设内容：

营销文案策划：针对机场商业品牌（餐饮、零售、贵宾室、停车、广告位）自动生成节日营销文案、促销活动方案、公众号推文。

营销话术生成：为商户招商、贵宾卡销售、增值服务（快速安检、行李寄送）生成推销话术与触达短信 / App Push 文案。

服务产品推荐：结合旅客画像（出行频次、舱位、历史消费、航班时点），在小程序 / 自助柜台 / 登机口屏推送个性化产品（如 "该旅客常出差→推荐贵宾室年卡"" 长中转旅客→推荐免费休息区 + 餐饮券 "）。

与机场会员体系、商业 POS 系统打通，实现营销效果归因。

建设价值：

机场非航收入（商业 + 广告 + 贵宾服务）是机场利润核心，精准营销可提升非航收入转化 10% - 20%。

营销内容生产从 "外包 + 创意团队" 模式变为 "AI 批量生成 + 人工精选"，成本大幅下降。

旅客从 "被打扰" 变为 "被服务"，商业转化率与旅客体验双赢。

4.2 数智平台 IOC 应用建设

4.2.1 查询统计报表应用

4.2.1.1 建设内容

统计报表要结合民航局颁发的《中国民用航空统计管理办法》完成机场生产运营管理的统计报表，基于自助报表工具按照主题开发报表，对应用提供服务支撑。

主题分析指基于现有数据进行在线多维分析，在线多维分析能够使管理人员从不同的角度来审视业务情况。

支持的主题分析包括但不限于时间、航线、航班、航空公司、延误原因、旅客、资源、设备设施、车辆、交通方式、能源利用、商业、经营分析、旅客分布、机场安保等的多个维度进行深度融合和交叉关联，抽象出关键评价指标，并用直观的可视化图形或文字深度揭示机场运行特性，做到事前预警、事中指挥、事后研判，全面提机场运营数字化水平，做到智能分析、专业研判、科学决策。

4.2.1.2 主题报表开发

4.2.1.2.1 安全报表

通过统计航班安全起降架次、航班放行正确率、应急救援保障率、航班延误架次、违禁品查获数量、证照不符查获人次等指标，来反映机场在保障民航飞行安全方面的工作状况。



4.2.1.2.2 生产报表

生产报表反映机场航空主要业务的运营状况，包括但不限于航班运行明细报表(包括但不限于飞机起降架次、运输和非运输架次、重要飞行保障架次、旅客吞吐量（成人、儿童、婴儿、豁免旅客；进出港旅客）、货物吞吐量（进出港件数）、邮件吞吐量（进出港件数）、行李吞吐量（进出港件数）、登机桥使用率、行李转盘使用率、旅客流向、旅客增长率、货邮行增长率、起降架次、起降架次增长率、航班正常率统计等、航空公司及航线相关统计报表、运行监管报表等。



4.2.1.2.3 服务报表

服务质量报表反映机场在对航空公司、驻场单位、旅客、货主等服务过程中，服务质量情况。主要包括：旅客满意率、行李遗失率、货物遗失率、客户投诉等指标。



4.2.1.2.4 商业经营报表

商业经营报表反映商业店铺在机场经营情况，包括入场商家营业额报表、客户购买行为分析报表、客户精准营销报表、客户购买趋势报表等。

4.2.1.2.5 人力资源报表

人力资源报表反映企业内部人力资源综合状况，主要包括：员工数量、人工工时、单位工时薪酬、单位工时成本、人工成本等指标。



4.2.2 综合运行视图应用

4.2.2.1 建设内容

运行全景视图主要由各种不同的业务数据、视频数据、位置数据等组成，通过基于航班流、旅客流等业务构建各种场景下的业务模型，形成可视化最基本的展现元素，系统功能提供大屏应用的内容中心，可以支持 PC 端的展现和操作。

通过打通空中、空侧、陆侧及交通侧的业务鸿沟，实现跨区域、跨部门、跨系统的数据汇聚，融合决策分析、预测预警、场面监控、协同调度等功能，基于航班流、旅客流、交通流等业务构建各种场景下的业务模型，形成可视化系统最基本的展现元素，实现全场景、全流程、全要素的端到端可视，实现实时感知、快速响应、全场协同、精细管理的机场全面管理服务。

4.2.2.2 价值分析

综合展示机场运行各类指标信息，包括但不限于放行正常率、起飞正常率、廊桥周转率、资源利用率、机场吞吐量、航班平均保障时间、旅客在各环节等待时间、机上滞留时间、机场滞留时间、旅客乘坐交通工具时间、滞留人数、旅客平均中转时间、行李货邮处理效率等 KPI 数据进行展示。

综合运行视图重点围绕 AOC 和 TOC 的航班流、旅客流，实现包括:航班运行视图、机坪运行视图、航路监控视图、终端区监控视图、航站楼运行视图、旅客服务视图、事件监控视图等。

4.2.2.3 主题视图开发

4.2.2.3.1 航班运行视图

使用角色：AOC 值班经理、签派员

实时展现航班的运行情况，以当天各个时段进出港航班为基准，对正常性进行多维度的分析，对全天的总体预测态势进行展示，包括天气信息、起降架次信息、进出港旅客人数、高峰小时起降架次数量、综合交通枢纽旅客、运力状况及分布等。

以不同航空公司的延误架次的维度来统计机场航班延误详情，并通过可视化方式来展现。

对机场运行的航班以小时为单位进行动态实时展示，如单位时间内起飞和降落的航班架次、单位时间内有预计时间的航班架次等航班实时展示。



4.2.2.3.2 机坪运行视图

使用角色：机坪管制员、资源调度员

通过机坪可视，可以实时监控机场的运行情况，包括飞行器和车辆的位置，避免碰撞和混乱。机坪可监和可管则可以监测和管理机坪上的各项活动，确保运行顺利。机坪机位监控可以帮助掌握机位的使用情况，提前规划航班停靠位置。这些视图的建设可以提供准确的信息和预警，帮助机场管理人员做出及时决策，保障机场运行的安全和高效。

以机坪三维图为主体，融合航班、机位、视频等数据信息，对机坪、机位的使用状况进行可视化实时监控，实现机坪保障业务可视、可监、可管。



4.2.2.3.3 航路监控视图

使用角色：签派席位、流量管理席

通过对数据融合处理、信息关联，基于地理信息技术实时、可视化展示航空器信息，在地理信息地图上叠加航路航线、机场场面图、气象信息等关键要素，以全国、本场区域场景化展示航班态势信息。

实现航路动态及预测预警，重点展现机场相关的航路动态，通过关注各个航段的拥堵情况(包括在途飞机、计划航班)、重点交叉口的流量(进港方向、出港方向)，实现对机场航班的影响情况的实时监测。

4.2.2.3.4 航站楼运行视图

使用角色：航站楼管理部、运行值班长

机场保障资源态势感知视图通过实时展现资源占用情况，实现对整个机场的繁忙程度和空闲程度的实时掌控。通过对机位、跑道、登机口、行李转盘、航路等资源的合理分配和使用，可以提升服务效率和服务满意度。该视图可以帮助机场管理者实时了解资源利用情况，及时调整资源分配，优化运行流程，提高机场的运营效率和服务质量。同时，该视

图也可以帮助航空公司和旅客了解机场的繁忙程度，提前做好出行准备，提高乘客的出行体验。



4.2.2.3.5 旅客服务视图

使用角色：旅客服务部、地服部、客服中心

从旅客的角度以服务链的方式展示视图，可显示旅客进出港人数、当前保障旅客人数、下一小时旅客人数、旅客已值机人数、已过安检人数、已登机人数、隔离区人数以及全天旅客小时分布图；同时可显示旅客诉求信息，并可以钻取来了解流程细节，比如服务旅客的工作人员信息、视频信息等。

在机场旅客服务视图中，以旅客为中心，通过服务链展示各个环节的信息，包括旅客进出港人数、当前保障旅客人数、下一小时旅客人数、旅客已值机人数、已过安检人数、已登机人数、隔离区人数以及全天旅客小时分布图。同时，还可以显示旅客的诉求信息，以便及时处理旅客的需求。通过钻取功能，旅客可以了解服务细节，包括服务旅客的工作人员信息、视频信息等。机场旅客服务视图的建设意义在于提供了一个全面的、实时的旅客服务信息，帮助机场管理者和旅客更好地了解和处理相关事务，提升机场服务质量和旅客满意度。



4.2.2.3.6 事件监控视图

使用角色：值班总调、安全保卫部、应急办

机场事件监控视图通过实时采集事件信息、视频监控和无线专网等手段，实现对机场内发生的事件的实时跟踪和闭环处理，这样可以及时了解事件的发生和进展情况，协同远程指挥，提高应急响应效率。同时，监控视图还能提供事件动态信息展示，帮助相关人员全面了解事件情况，做出正确决策。通过建设机场事件监控视图，可以有效提升机场安全管理水平，保障乘客和机场工作人员的安全。

通过接入系统、视频采集、手工采集等实时采集事件信息，实时展现事件动态信息。同时结合视频、无线专网等手段，进行事件及时协同、远程指挥，实现事件的实时跟踪闭环处理。



4.2.3 机场数字孪生应用

4.2.3.1 建设内容

机场数字孪生大屏以“一屏统览”为核心理念，以航路航线、机坪、航站楼、综合交通枢纽四大空间为核心监控区域，以服务、保障、运行三类事件为核心监视对象，通过三维实景建模与实时数据驱动，实现机场物理世界与数字世界的精准映射与双向交互。

平台在各子视图上融合决策分析、预测预警、协同调度三类共性能力，为机场管理人员提供强有力的决策支持，优化资源配置，提升运营效率，并保障旅客人身与运行安全。

数字孪生体系总体划分为六大业务应用场景：机场基础信息展示、航路航线监测、机场保障资源态势感知、旅客服务管理、安全运行管理、燃油效率管理。

4.2.3.2 价值分析

机场数字孪生平台通过物理空间与数字空间的精准映射，将分散在各业务系统中的数据汇聚到统一三维视图，实现“看得见、调得动、预得准”：

- 看得见：机场运行全景一屏统览，管理者无需在多个系统间切换；
- 调得动：基于三维位置直接调度资源，缩短指挥响应时间；
- 预得准：通过预测预警模型，将运行问题从事后处置转向事前干预。

最终为机场优化资源配置、提升运营效率、保障旅客安全提供强有力的数字底座支撑。

4.2.3.3 数字孪生建模体系总览

为支撑上述六大应用场景，数字孪生底座采用“分层建模 + 实时驱动”的技术路线，建模范围覆盖空间底座、物理实体、业务对象三个层级。

4.2.3.3.1 空间底座建模

- 机场场区：飞行区（跑道、滑行道、停机坪、联络道）、航站区（航站楼、楼前交通）、工作区、供油区等精细三维模型；
- 航站楼内部：值机大厅、安检区、候机厅、到达厅、行李提取区、商业餐饮区的室内 BIM/倾斜摄影模型；
- 外部空域：本场周边进离场航线、五边进近程序、管制空域边界；
- 综合交通枢纽：地铁、城际铁路、长途大巴、出租车、社会停车场等接驳区域模型。

4.2.3.3.2 物理实体建模

- 航空器：机型外形、停放位置、四态（在飞、定检、维修、停飞）可视化；

- 保障设备：廊桥、摆渡车、加油车、清水车、污水车、行李拖车、除冰车等 GPS/北斗实时定位模型；
- 建筑设施：登机口、值机柜台、安检通道、行李提取转盘、机坪消防设施等。

4.2.3.3.3 业务对象建模

- 航班对象：动态飞行路径、高度、速度、过站节点状态；
- 旅客对象：客流密度、热力分布、异常滞留点；
- 事件对象：告警、违章、应急事件、FOD 等动态标签。

4.2.3.3.4 场景与建模范围

应用场景	核心建模对象	主要数据源
机场基础信息展示	场区三维模型、航站楼外景、跑道/滑行道网络	机场基础 GIS、CAD 竣工图
航路航线监测	航班航迹、空域边界、进离场航线	ADS-B、雷达、AFTN/CPDLC
保障资源态势感知	廊桥、机位、地面设备、车辆	机位分配系统、车辆 GPS、设备 IoT
旅客服务管理	航站楼室内空间、旅客流、服务设施	客流摄像头、WLAN 探针、值机/安检系统
安全运行管理	机坪、围界、道口、消防/急救资源	视频监控、FOD 探测、围界报警系统
燃油效率管理	航空器、加油车、加油过程	航司燃油数据、加油车计量、QAR

4.2.3.4 孪生主题开发

4.2.3.4.1 机场基础信息展示

使用对象：机场高层管理人员、对外接待人员、新员工培训岗、政府/航空公司参观访客。

建设内容：

- 机场场区整体三维俯瞰，可一键切换日间/夜间/雨雪天气渲染；
- 跑道、滑行道、停机位、航站楼等关键设施标签化展示；
- 机场核心 KPI 侧栏：年旅客吞吐量、年货邮吞吐量、通航城市数、通航航线数；
- 机场简介、发展历程、获得荣誉等图文信息浮窗。

建模范围：

LOD300 级机场场区三维模型，覆盖航站楼外景、飞行区路网、主要工作区建筑；跑道与滑行道按实际铺装纹理还原；机位编号、登机口位置精确标注。

场景描述：

以实时三维全景方式，帮助管理人员快速了解机场整体运行状况与空间布局，作为数字孪生平台的入口视图与对外展示窗口。



4.2.3.4.2 航路航线监测

使用对象：运行控制中心（AOC）、签派席位、流量管理席、塔台协调岗。

建设内容：

- 本场周边进离场航班实时位置地图（叠加电子地图/气象云图）；
- 航班航迹动态跟踪，支持高度、速度、机型、航司标签悬浮；
- 航路航线网络、五边进近程序、机场进离港点可视化；
- 异常飞行（偏航、低于安全高度、盘旋等待）自动高亮告警；
- 历史航迹回放与复盘。

建模范围：

本场周边 200 公里空域网格模型、进离场航线矢量数据、管制扇区边界；航班对象按 ADS-B/雷达实时数据驱动，3D 航空器姿态随航向、俯仰、滚转动态变化。

场景描述：

实时监测和展示航班飞行路径、航路规划与飞行动态，实现航班飞行路径的精准定位与动态跟踪，为流量管理与空中交通协同提供直观依据。



4.2.3.4.3 机场保障资源态势感知

使用对象：机坪管制、资源管理部、地面服务部、机务部门。

建设内容：

- 廊桥对接状态、占用率与故障告警；
- 停机位占用/空闲状态，远机位航班保障进度；
- 地面保障车辆（摆渡车、加油车、清水车、污水车、行李拖车）实时位置与行驶轨迹；
- 航站楼内行李提取转盘运行状态、行李可视化追踪；
- 资源忙闲热力图，识别瓶颈环节。

建模范围：

机坪高精细三维模型（LOD300-LOD400）：机位编号、廊桥结构、服务车道网络；车辆与设备对象按真实比例建模，位置由 GPS/北斗实时驱动；航站楼内行李系统按 BIM 模型还原。

场景描述

实时监测和展示机场保障资源的使用情况，提供资源使用状态的实时监测与分析，支撑机坪指挥与资源统一调度。



4.2.3.4.4 旅客服务管理

使用对象：旅客服务部、地面服务部、商业管理部、客服中心。

建设内容

- 航站楼内客流分布热力图，按值机区、安检区、候机厅、到达厅分区呈现；
- 值机柜台开放数、排队长度、安检通道通行效率；
- 登机口排队、摆渡车满载率、行李提取等待时长；
- 特殊旅客（轮椅、无人陪伴儿童、VIP）保障状态；

- 旅客投诉、表扬、满意度实时看板。

建模范围

航站楼室内三维漫游模型（LOD400），含值机岛、安检通道、候机椅、商业店铺；旅客流以热力点云/粒子方式动态呈现，密度由摄像头/Wi-Fi 探针数据驱动；服务设施对象（柜台、闸机、转盘）按真实位置建模。

场景描述

实时展示旅客服务相关信息，提供旅客服务全过程的实时监控与分析，帮助管理人员快速识别拥堵点、优化服务资源。



4.2.3.4.5 安全运行管理

使用对象：安全保卫部、消防急救中心、机坪运行管理岗、值班总调。

建设内容：

- 飞行区围界、道口实时监控，非法入侵自动告警；
- 机坪车辆违章（超速、违规穿行、未按规定路线行驶）识别；
- FOD 外来物探测与定位，自动标注位置；
- 消防车、救护车、护卫力量实时位置与待命状态；

- 应急事件（火灾、医疗、非法干扰）三维推演与疏散路径模拟。

建模范围：

飞行区高精细模型（LOD400）：跑道、滑行道、机坪标线、助航灯光；围界、周界摄像头、FOD 探测设备点位模型；应急车辆与人员以动态图标实时驱动；支持应急疏散路径的仿真演练。

场景描述

实时监测和展示机场安全运行状况，提供安全运行状态的实时监控与预警功能，将“事后处置”升级为“事前预警、事中推演”。

4.2.3.4.6 燃油效率管理

使用对象：机坪运行管理部、航司代理、能源管理部门、可持续发展办公室。

建设内容

- 单航班加油量、实际油耗、油箱加注过程可视化；
- 加油车位置、加油时长、加油速率监控；
- 机场碳排看板：按航班、航司、机型统计燃油消耗与 CO_2 排放；
- 桥载电源/空调使用率替代 APU 燃油消耗的节油量核算；
- 异常加油（漏油、超量、速率异常）告警。

建模范围：

航空器腹部/机翼区域精细模型，加油接口位置；加油车按真实外观建模，对接位置由 IoT 传感器驱动；燃油与碳排放数据以动态图表叠加于机坪模型之上。

场景描述：

监测和分析航班燃油使用情况，提供燃油使用情况的实时监控与分析，助力机场实现绿色低碳运行目标。

4.2.4 机场移动端运行指挥舱

机场移动端运行指挥舱（以下简称“小屏随身行”）是机场运行指挥中心（IOC/AOC）大屏系统在移动端的延伸，面向值班领导、运行指挥员及各业务部门负责人，实现“出门能盯、遇事能查、指挥能调”的移动化运行管控。

4.2.4.1 建设内容

系统内容按数据服务对象划分为两大类：

- 态势指标类：以业务部门关注的宏观经营结果与运行质量为主，时间颗粒度为日、周、月，服务于经营决策与绩效复盘；
- 资源监控类：面向全场资源的实时运行状态，时间颗粒度为分钟级乃至秒级，服务于一线指挥与应急调度。

4.2.4.2 价值分析

“小屏随身行”将机场运行指挥能力从固定大屏席位延伸至值班人员的随身终端，形成“大屏总览、小屏随身、告警直达、一键调度”的立体化运行指挥体系，为航班正常率提升、旅客服务保障与应急响应效率提供移动化支撑。

4.2.4.3 态势指标类应用场景

态势指标类共覆盖六大主题，分别面向不同业务部门的核心管理关切，采用 KPI 卡 + 趋势图的轻量化呈现方式。



4.2.4.3.1 航班生产态势

使用角色：值班领导、飞行区管理部、运行控制中心（AOC）。

核心内容：

- 今日计划航班、已执行航班、延误航班、取消航班、备降航班、返航航班架次；
- 通航国家、通航城市、通航航线数量（国内/国际分项）；
- 航班正常率、放行正常率同比与环比对比；
- 分时段（早高峰、午间、晚高峰）航班量曲线。

4.2.4.3.2 机场运营态势

使用角色：机场管理层、财务部、经营策划部。

核心内容：

- 当日实时收入，按旅客服务费、起降费、地面服务保障费等构成分项展示；
- 近 7 日、近 30 日收入柱状对比；
- 旅客吞吐量、货邮吞吐量实时累计值；
- 机坪运行效率指标：推出至离地平均时长、平均滑行时长。

4.2.4.3.3 旅客服务态势

使用角色：地面服务部、旅客服务部、客服中心。

核心内容：

- 今日进出港旅客数（国内、国际、中转分项）；
- 值机柜台开放数与排队等候时长；
- 安检通道通行效率、高峰排队人数；
- 特殊旅客保障数（轮椅、无人陪伴儿童、VIP 等）；
- 旅客投诉量、表扬量、满意度 NPS 指标。

4.2.4.3.4 货邮运输态势

使用角色：货运站、货代管理部。

核心内容

- 当日货邮进出港吨数（急件、普货、特种货分项）；
- 货机航班保障进度、舱单匹配率；
- 库区利用率（入库、在库、出库）；
- 卡车司机到港等候时长。

4.2.4.3.5 资源利用态势

使用角色：资源管理部、机务维修部、地面服务部。

核心内容

- 飞机四态分布：在飞、定检、维修、停飞架次；
- 廊桥占用率、远机位占用率；
- 值机岛、安检通道、行李提取转盘使用率；
- 加油车、清水车、污水车、摆渡车等地面设备实时位置与忙闲状态。

4.2.4.3.6 安全保障态势

使用角色：安全保卫部、消防急救中心、值班总调。

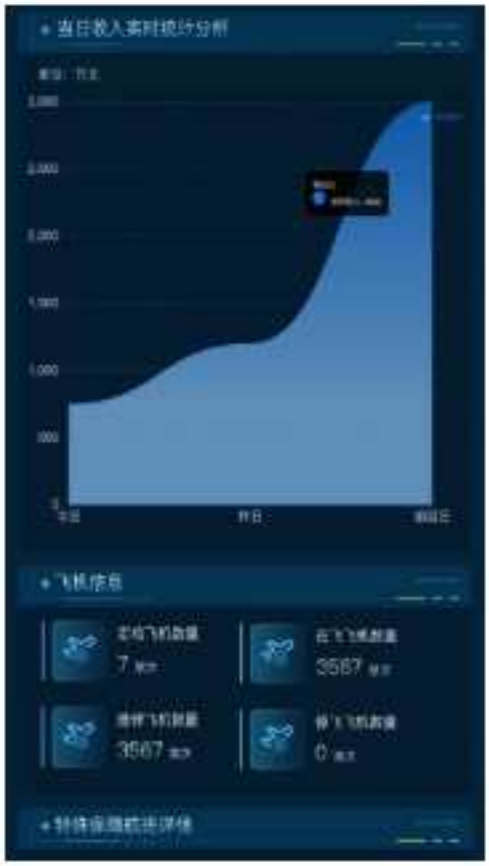
核心内容

- 今日安全检查执行数（道口、围界、控制区）；
- 特殊保障航班详情（要客、专机、危险品、重大活动）；

- 应急资源待命状态（消防车、救护车、护卫队在岗数）；
- 机坪违章事件、外来物 FOD 检出数。

4.2.4.4 资源监控类应用场景

资源监控类面向运行指挥一线，覆盖航班、航迹、空域、延误、旅客与指标数据六大实时监控域，强调秒级刷新、实时告警与一键处置。



4.2.4.4.1 航班运行监控

使用角色：AOC 值班经理、签派席位。

核心内容

- 全场航班列表，按机位、起飞时间、运行状态分组；
- 单航班过站保障节点：上客、下客、装卸、加油、清洁、关舱门、推出；
- 节点超时自动告警（如“关舱门延误超过 10 分钟”）；
- 与历史过站时间对比。

4.2.4.4.2 航迹航线监控

使用角色：塔台、进近/区域管制协调席。

核心内容

- 本场周边进离场航班实时位置地图；
- 最近 1 小时航迹回放；
- 五边进近排序、跑道占用状态；
- 与相邻机场的空域协同状态。

4.2.4.4.3 空域流量监控

使用角色：流量管理席、运行委员会。

核心内容

- 本场到达、离场流量限制（CDM 流量管理）；
- 时段流量配额与已使用、剩余配额；
- 流控原因（天气、军航活动、空域活动）；

- 历史流控频次统计。

4.2.4.4.4 飞机延误监控

使用角色：值班领导、各保障部门。

核心内容

- 延误航班清单，按延误时长排序；
- 延误原因分类（天气、机务、航材、流量、旅客、公司计划）；
- 延误架次与累计延误分钟数；
- 延误率 TOP5 航司与航线。

4.2.4.4.5 旅客运输监控

使用角色：地面服务部、客服中心、商业部。

核心内容

- 候机楼实时人数（按值机区、安检区、候机厅、到达厅分区）；
- 摆渡车满载率、登机口排队长度；
- 中转旅客最短衔接时间 MCT 达标率；
- 滞留旅客（夜间延误/取消）人数与安置状态。

4.2.4.4.6 指标数据监控

使用角色：数据管理部、绩效考核岗。

核心内容

- 核心 KPI 实时看板（放行正常率、航班正常率、旅客满意度、行李差错率）；
- KPI 与年度、月度目标对比；
- 数据质量监控（各业务系统上报延迟、缺失告警）；
- 指标同比、环比趋势。