



四型机场示范项目

2021 年度进展材料汇编

（下册）

2021.10

前 言

为贯彻习近平总书记关于建设平安、绿色、智慧、人文四型机场的指示精神，民航局面向全行业先后征集评定了 63 个四型机场示范项目，为行业遴选出一批充分反映机场高质量发展的典型案例。这些示范项目集中展示了行业践行四型机场发展理念所取得的阶段性成果，充分汇聚了示范项目单位先行先试、积极探索所取得的经验，为行业各相关单位提供了丰富的借鉴和参考，形成了有效的示范指引。

为进一步发挥示范项目的带动作用，持续跟踪并挖掘相关案例的经验和启示，根据各个示范项目的有关进展，民航局机场司组织摘选并汇编了其中 59 个示范案例的最新实践和成果，为全行业持续推进四型机场建设提供借鉴参考，为民航机场高质量发展起到良好的推动作用。

目 录

智慧机场

35 北京首都机场-智慧机场建设项目集	- 4 -
36 北京大兴机场-智慧规划建设项目	- 44 -
37 呼和浩特机场-智慧机场旅客服务平台	- 50 -
38 杭州萧山机场-智慧大数据项目云数据中心建设项目	- 58 -
39 青岛机场集团-智慧机场建设项目	- 68 -
40 广州白云机场-智慧机场建设方案	- 74 -
41 武汉天河机场-智慧机场建设项目	- 81 -
42 长沙黄花机场-总体运营管理平台项目（TAM）	- 93 -
43 长沙黄花机场-智慧能源管理平台建设项目	- 100 -
44 厦门新机场-智能化高体验绿色航站楼建设项目	- 106 -
45 鄂州机场-智慧机场建设规划	- 112 -
46 西安咸阳机场-三期扩建工程智慧机场规划实施方案	- 120 -
47 新疆机场集团-全域管控中心项目	- 126 -
48 北京大兴机场-综合管廊一体化智慧管控系统	- 131 -
49 北京博维航空-客桥智能生产运行系统	- 138 -
50 天津滨海机场-InSAR 技术在机场净空保护区监测巡查的研发及应用	- 144 -
51 辽宁机场集团-机场行机场共用旅客服务平台	- 150 -
52 上海浦东机场-智慧场区建设项目	- 155 -
53 杭州萧山机场-新建航站楼及陆侧交通中心工程智慧工地项目	- 163 -
54 深圳宝安机场-智慧机场建设示范项目	- 176 -
55 北海福成机场-站坪扩建工程	- 183 -
56 四川航空-智慧机场、人文机场建设	- 192 -
57 重庆江北机场-打造机坪“智能化管理、高效率运行”模式	- 200 -
58 兰州中川机场-旅客全流程自助服务	- 207 -
59 中国航油-智慧航油系统	- 213 -

智慧机场

35 北京首都机场-智慧机场建设项目集

——首都机场股份公司

3501 首都机场生产运行智能管理系统项目

一、摘要

2017 年以前，首都机场航班量的快速增长与北京空港航空地面服务有限公司（以下简称“地服公司”）保障能力不足的矛盾日益凸显，管理难度持续加大，地面服务保障水平与质量难以保证。针对此难题，首都机场以内蒙古机场的解决方案为基础，在首都机场集团有限公司的统一领导和推动下，由首都机场股份公司、内蒙古司拓民航科技有限责任公司（以下简称“司拓公司”）、地服公司成立联合项目组，共同开发针对大型机场的生产运行智能管理系统。

项目组于 2017 年 4 月 25 日启动了首都机场生产运行智能管理系统研发，2017 年 12 月 31 日实现系统一期上线，2019 年 6 月 30 日实现系统二期上线。截至目前，生产运行智能管理系统项目已经完成全部开发工作，共计完成 16 个软件模块的开发，实现了首都机场地面服务由“人工→信息化→智能化”的数字化转型。



二、引言

首都机场生产运行智能管理系统的开发与应用，主要目的是通过信息手段改变地服公司现有保障模式，提升航班的运行保障效率，确保航班准点。项目组成立后，多方协同合作探索系统研发新模式，对首都机场地面服务保障流程进行了全面梳理，以业务需求为导向，协同完成科技成果的转化与输出，实现科技成果快速落地。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

生产运行智能管理系统上线后，依据业务需求调整持续开展优化升级工作。受

疫情和大兴转场影响，地服公司业务正在处于持续优化调整阶段，各部门的岗位结构和业务流程都有较大变化，针对这些调整，生产运行智能管理系统持续配合业务部门进行系统功能优化。



鉴于生产运行智能管理系统在首都机场的成功应用，项目组积极探寻成果转化新模式新路径，将首都机场生产运行智能管理系统向海航、大兴机场等外部单位进行推广应用。与海航地服达成试用协议，在海航地服部分岗位进行了试用。同时，系统完整推广至大兴机场首新地服公司，并作为地面服务保障工作的核心业务系统使用。目前该系统已向大兴机场 A-CDM 提供了摆渡车、客梯车、牵引车、机务、客运服务等约 50 项关键节点数据，为机场数字化协同决策提供了数据依据。

（二）阶段成效介绍

生产运行智能管理系统实现了地面服务保障数据的实时采集与航班保障过程的全链条动态可视化监控，并将保障数据实时回传首都机场集团数据中心与 A-CDM 系统，有力支持了机场的协同运行决策。系统上线后，作为地面服务保障数据实时采集平台，与首都机场集团数据中心、A-CDM 系统建立了数据回传机制，目前系统已向首都机场集团回传了 51 项数据，向首都机场 A-CDM 系统回传 126 项数据，为机场运行决策提供了强大的系统和数据支持。



生产运行智能管理系统实现了通讯指令的数字化和可视化，实现了资源的智能化调度，有效提升了保障人员的沟通效率与调度效率。以地服公司摆渡车调度岗位为例，系统上线后，岗位减少语音通话量达 5000 多条，减少通话时长达 420 分钟。智能化调度代替了人工调度后，摆渡车岗位将现有每班三个调度员减少为一个调度员，而且调度员的工作强度也极大的降低。

市场化运作方面初见成效，目前系统已推广至大兴机场首新地服公司使用，取得了一定经济效益。

四、案例建设难点

（一）业务复杂程度高、专业性强，需求转化难度较大。

应对策略：针对首都机场地面服务保障流程复杂的难点，项目建设过程中，通过派遣大量业务需求调研人员深入一线岗位进行业务流程调研，对业务流程点、风险点进行梳理并形成可视化的系统功能设计图，在与一线岗位进行多轮对接后确定最终系统功能需求，为系统功能最终实现提供了保障。

（二）首都机场复杂的航班运行环境下，如何运用运筹学原理与算法，实现对保障资源的高效分配是本项目面临的巨大挑战。

应对策略：由于首都机场航班运行环境复杂，存在航班起落时间的变化、滑行时间不确定、保障资源紧缺、保障规则动态变化等不确定因素，生产运行智能管理系统需要实时、动态响应这些变化，并做出最优化的保障资源配置。系统通过整合多种数据源，集成航班信息、人员信息、车辆信息、位置信息等资源数据，并进行综合权重等级分析，建立代价损失数学模型，通过遗传算法进行计算，得到任务分配最优解，从而实现保障资源的自动化分配。

五、经验与启示

启示一：科技成果转化有效落地，要在充分了解自身业务和需求的基础上，结合原有成果进行升级、改造。

首都机场以内蒙机场集团研发的智能生产运行系统为基础进行成果转化，为了能够开发出更加适应首都机场的信息系统，项目组对两场的运行规模、业务模式、组织结构和工作环境等方面进行全面对比，充分了解了地服公司的业务特点和需求，并进行针对性的开发，为首都机场生产运行智能管理系统的开发与应用奠定了良好基础。

启示二：产学研合作，促进科技成果转化的有效落地。

系统在研发过程中，为解决地面资源智能化调度的难题，项目组选择和中科院

华罗庚团队合作，借用科研院所对于资源分配问题和遗传算法的深刻理解，为解决生产运行智能管理系统中的任务调度问题提供了更好的解题思路。产学研合作，将研究机构的先进成果应用到生产实际中，促进科技成果转化的有效落地。

启示三：信息系统在“本地化”过程中，要勇于探索新技术的应用，形成技术和业务相互推动的良性循环。

生产运行智能系统在首都机场“本土化”过程中，碰到很多难题，项目组紧密结合业务需求，运用 LTE 4G 无线网络、智能算法等一系列新技术，成功实现了该系统的本土落地。正是以上新技术的应用，使得“一岗多能”和调度工作模式转变成成为可能，形成系统与业务相互促进的良好局面。

3502 首都机场 A-CDM 系统建设项目

一、摘要

首都机场 A-CDM 系统主要有两方面的功能定位：一是作为地面运行管理系统，为各保障单位提供全链条运行数据、效率及趋势展示，通过系统开展延误原因录入、长时间延误航班监控、关键环节监控、关键资源监控及临界航班监控等工作，支持各用户开展精细化的运行组织及保障；二是作为空地协同决策系统，实现了 A-CDM 系统与空管 CDM 系统 TOBT 数据的系统交互、特殊天气航班放行排序、冰雪天气与 CDM 系统协同运行以及特殊情况下航班动态调减等功能，为系统决策提供数据支撑。

二、引言

首都机场 A-CDM 系统从 2010 年开始筹备建设，经过持续升级与功能扩展，涵盖包括空管、机场、航空公司、地服、油料等各运行主体的实际业务需求，积极开展系统互联与数据共享。2017 年，首都机场对 A-CDM 系统进行了全面升级，并研发推广 A-CDM 移动 APP，目前已有近 3000 用户。



三、现阶段工作

(一) 案例最新进展情况

目前 A-CDM 系统已进入后期优化阶段，系统整体运行平稳，并不断进行小步快跑式功能迭代和优化升级。

2020 年以来，受到新航季航班时刻及疫情影响，首都机场在雷雨季首次实施了“调时为主、调减为辅”的航班运行时刻调整模式，按照调整方案编制电子《运管委航班调减通知单》，通过信息化手段辅助新的运行管理模式，使得航司、机场及局方可以通过系统交互的方式进行调时调减工作。航司通过 A-CDM 系统查阅《通知单》，确认航班调整要求后，综合首都机场当日各时段航班计划、航司自身航班衔接等情况制定内部航班调时计划，并通过 A-CDM 系统航班调时模块进行调时申请。调时模块可自动对航司调时达标情况进行自动判定，并通过不同颜色给予用户提示。航司航班调时完成后，首都机场通过 A-CDM 系统将初审通过的调时航班计划发送至民航局运行监控中心，民航局运行监控中心将其审批同意的调时航班计划发至 A-CDM 系统。A-CDM 系统各功能模块以批复后的新时刻作为统计分析标准。

运行日	航空公司	航班号	起飞站	落地站	计划起飞	计划落地	调整后计划起飞	调整后计划落地	状态	决策数量	申请时间	发布时间	任务性质	数据源
20210804	CA	CA575	PEK	LHR	(04) 05:45	(04) 16:45	(04) 07:00	(04) 16:45	已生效	10	(03) 19:27	(04) 09:49	H	国际OMIS
20210804	CA	CA579	PEK	LHR	(04) 05:15	(04) 16:15	(04) 06:45	(04) 16:15	已生效	10	(03) 19:27	(04) 09:49	H	国际OMIS
20210804	CA	CA1328	CAN	PEK	(04) 18:40	(04) 22:10	(04) 19:00	(04) 23:00	已生效	12	(04) 09:55	(04) 11:26	W	国际OMIS
20210804	CA	CA1378	SYX	PEK	(03) 20:10	(04) 00:15	(03) 21:25	(04) 01:30	已生效	26	(02) 21:52	--	W	国际OMIS
20210804	CA	CA1368	SZX	PEK	(04) 14:00	(04) 17:10	(04) 14:10	(04) 17:20	已生效	19	(03) 21:46	--	W	国际OMIS
20210804	CA	CA1332	SZX	PEK	(04) 13:00	(04) 16:10	(04) 13:20	(04) 16:30	已生效	18	(03) 21:46	--	W	国际OMIS
20210804	CA	CA1352	CAN	PEK	(04) 12:40	(04) 15:50	(04) 13:00	(04) 16:40	已生效	18	(03) 22:14	--	W	国际OMIS
20210804	CA	CA1316	CAN	PEK	(04) 15:40	(04) 19:00	(04) 16:00	(04) 19:50	已生效	21	(03) 22:14	--	W	国际OMIS

（二）阶段成效介绍

覆盖面广泛的数据共享平台。首都机场 A-CDM 系统实现与多家公司的数据互联，数据项达 200 个以上，处于国内机场行业领先水平。目前的数据架构主要分四个层级，第一层级是依托民航局运行监控中心的“中国民航运行数据共享”项目，与民航局运行监控中心、民航局空管局、国内前十位机场和国内前十位航空公司之间的共享；第二层级是依托华北管理局的《首都机场地区运行数据管理规范》，开展首都机场地区的运行数据共享工作，将华北空管局、首都机场运行的航空公司、地服公司、航油等单位间开展了地面保障数据的共享；第三层级是依托首都机场集团有限公司，开展集团有限公司驻京企业的数据共享，包括博维公司、地服公司、餐饮公司等集团内企业已经以机场股份为核心开展数据共享。第四层级主要是与业内的合作伙伴开展数据共享，包括中航信、数据公司等单位。强大的数据集成平台为运行决策与统计分析提供了重要的支持。

多元化感知的运行监控平台。首都机场 A-CDM 系统通过多种手段实现对机场运行情况的监控管理，包括航空器空中运行情况、航空器地面运行情况、保障车辆运行情况、跑道使用情况、机位资源使用情况、流量控制情况、安检通道使用情况、航班延误情况、航班正常性水平、天气情况等。通过多元化运行态势感知手段，实时掌控机场整体运行情况，及时发现机场运行中的各种问题并展开相应的处置。

全链条管理的进程监控平台。首都机场 A-CDM 开创了航班全链条管控模式，与之前通过对航班保障节点时间的监控模式极大的提升了监管效率。进程监控通过对每个航班值机、安检、上客、客齐、关舱门、推出等关键环节进行延误情况监控，并对出现环节延误情况的航班进行重点提示。全链条的进程监控使各环节责任单位能够实时获取航班更全面的信息，了解上下游环节的航班保障情况，化被动为主动，直接与保障主体展开线上运行协同。

深层次交互的空地协同平台。首都机场 A-CDM 系统长期以来持续深化与空管的数据协同能力。A-CDM 系统由空管 CDM 系统引入的数据不仅包括 CTOT、COBT、TSAT 等协同必要信息，还包括 ELDT、EOBT、ASAT、ATOT、关联流控信息、航班受限信息等

协同辅助信息，为地面保障的开展提供了重要依据。另外，A-CDM 系统与空管电子进程单系统进行数据互联，获取“申请放行”、“停机位等待”、“已发放行”及“未推出”等多项航班状态信息，为掌握航班地面运行情况提供了重要数据支持。

四、案例建设难点

（一）数据联动性高，系统页面间存在各类复杂的关联性。

应对策略：以调时调减页面为例，调时后计划时间等不仅需要在当前页面做展示，也要在其他页面找出对应的数据项或展示项进行联动处理，保证数据一致性与准确性。同时，调时调减页面的交互，支持上传文件功能，因此除对文件的限制及数据格式的要求外，也对系统信息安全提出了更高的要求。从实际运行情况出发，考虑数据联动性，进行台账记录及整体可行性评估，减少数据规则变动对业务的影响。

（二）系统应用架构设计复杂，缺乏功能整体性把控。

应对策略：A-CDM 系统功能更新迭代频繁的同时，也出现了功能庞杂的问题。系统建设初期的目标已不能满足运行业务的发展，在原有设计架构上新增功能受到架构设计的制约。新一代 A-CDM 应在系统建设前期进行全面的深度调研，全面考虑未来发展趋势及科技发展趋势，提前做好顶层设计及规划。

五、经验与启示

启示一：降低不必要的系统耦合。

A-CDM 系统的前身是运管委协同平台（以下简称“OMC”），OMC 是基于数据中心系统进行的前端展示及开发，后台使用了数据中心系统的数据库及数据处理逻辑。由于 A-CDM 初步建设目标是基于 OMC 进行升级改造，导致 A-CDM 系统与数据中心系统存在比较高的技术耦合性。首先，A-CDM 系统和数据中心系统间数据库开放访问同步接口表，该方式使得双方系统在数据库层面的操作互相影响。其次，A-CDM 系统前台应用将数据写入数据中心系统后台数据库，虽然这种系统设计提升了两个系统间的数据一致性，但也强化了两个系统的耦合性关系。随着新的数据中心系统和大数据平台的建设，A-CDM 系统就必须要和旧的数据中心解耦，和新数据中心对接也要尽量降低不必要的系统耦合性。

启示二：建立多数据源的规则校验及人工干预机制，提高数据质量。

A-CDM 系统是多源数据融合系统，通过 MB 数据总线接收处理 AODB、DCS、ACARS、GIS、CAAC、CDM、航司和地服数据等，通过数据中心的数据同步来接收处理 TODB、航旅纵横、地服公司、国货航及报文数据等。在对各个数据源的数据质量评价和监

控的基础上,由运行人员根据数据标准规范和考核要求,设定并制定拦截规则。A-CDM系统会对接入的数据按照制定好的拦截规则进行校核,拦截问题数据。A-CDM系统在数据质量的实时和事后检核功能上还不完备,在精细化数据质量管理方面比较欠缺。后续除了完善自身的数据质量管理功能外,还会将新数据中心系统的高质量的数据引入进 A-CDM 系统中。

3503 首都机场“1+2+1 智慧安全管理系统”项目

一、摘要

首都机场股份公司持续完善安全管理体系,并努力推动体系有效落地。从 2017 年年底开始,在 SMS 运转取得一定成果的基础上,逐步开发形成了“1 个平台、2 个子系统、1 个随手拍公众号”的“1+2+1”智慧安全管理系统。该系统旨在落实“0-4-3-3-3”安全工作思路,通过智慧化手段,深化安全隐患零容忍长效机制,坚守机场安全“四个底线”,践行“三个敬畏”,夯实三基建设,落实安全三抓。



安全管理信息化平台建立了安全信息闭环管理流程,完善了安全信息、风险隐患、监督检查、事件调查、安全绩效、制度文件管理等业务之间的关联关系,实现安全信息的高效流转和 SMS 要素的线上关联管理。

安全状态监控子系统是通过业务建模、多维大数据分析对各项安全指标状态进行监控报警和趋势分析,提示相关管理人员和一线操作人员及时管控风险,实现对机场安全风险的预警,分析预测安全态势,为安全管理提供数据支持和决策支持。

安全巡查管理子系统通过台账电子化,自动派发巡查任务,规范安全巡查模式,实现安全巡查业务精细化管理,提高安全问题闭环处置效率,展示首都机场安全责任落实状态。

安全随手拍微信公众号通过微信自媒体平台与风险自愿报告工作相结合,员工发现安全问题通过公众号平台上报,随手拍办公室会同相关部门核实、评估、控制、

反馈。

二、引言

“1+2+1”智慧安全管理系统的建设思想是使安全工作简单化、规范化，各级安全管理人员可以实时掌握安全情况、实时评估安全状态、实时控制安全风险，让各级人员对安全工作心中有数，将安全隐患零容忍、三基建设、安全三抓等要求落实到具体工作中，各单位协同作战，共同守牢机场安全“四个底线”。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

安全管理信息化平台持续稳定运行，截至目前完成了系统优化升级，开发了风险隐患关联分析、隐患关闭审批、问题整改过程跟踪监控、安全随手拍用户反馈等功能，进一步提升了安全管理的闭环性、系统性和可操作性。

安全状态监控系统已完成一、二期建设开发并上线运行，目前正在三期系统升级工作，扩展视频分析的技术应用，提升系统的自动化监控能力。

安全巡查管理系统已完成一期建设并上线运行，实现了电子台账的应用尽用，广泛替代了纸质台账的使用。目前正在进行系统优化升级工作，计划对系统首页展示数据、检查单组建功能、任务派发功能、任务导出功能等进行优化升级，提升系统的易用性。

安全随手拍微信公众号持续完善后台系统建设，一是纳入了首都机场安全信息化平台，加强规范管理；二是实现了前后台信息联动，风险隐患库关联等，加强安全信息互联互通。同时依托首都机场“安全随手拍”公众号，丰富了各类宣传功能，覆盖了安全知识理论解读、优秀展示、经验分享、安全文化活动互动等内容。



（二）阶段成效介绍

目前“1+2+1”智慧安全管理系统共入库隐患 3000 余项、风险信息 1900 余条、体系文件 990 余部、监控 8 大类 1361 项安全状态风险因子、风险告警 3300 余条、缓解风险 3391 条、完成巡查任务 823000 项、处置问题 9000 余项、首都机场“安全

随手拍”公众号受到首都机场 70 余家驻场单位的近 2.7 万人关注，累计收到自愿报告 4.2 万余条，核实有效报告信息 1.8 万余项。

四、案例建设难点

（一）监控指标的建立与评价规则的制定。

应对策略：监控指标与评价规则的建立、优化、完善是一项持续性工作，需要项目建设单位、需求单位经过持续的沟通及研究，综合考虑各类因素形成可行性方案。

（二）视频分析技术融合应用。

应对策略：需要考虑机场实际业务场景及评价规则，做好本地适配才能够发挥效用。

（三）系统推广使用。

应对策略：“1+2+1”智慧安全管理系统在推广使用过程中需要改变原有工作模式，从而导致在系统推广使用上遭到抵触，通过采取登陆次数排名、会议通报表扬、物质激励等方式，调动员工积极性从而推广系统使用。

五、经验与启示

启示一：安全管理工作需要信息化、智慧化的支撑，更需要采用成熟的、科技化手段提升安全感知和安全管控的能力，结合自身 SMS 体系建设运行的实际情况进行梳理和设计，全面提升安全管理的系统化水平和综合治理能力。

启示二：针对信息系统推广使用，可以采取登陆次数排名和物质奖励激励的方式，调动广大员工的积极性，加快系统的推广应用。

启示三：从系统建设前期的需求设计到后续的开发使用，需要由点到面地统筹考虑，同时对各方需求要严格把关和筛选，明确系统建设主要目的，切不可贪多嚼不烂。

3504 首都机场控制区证件一体化系统

一、摘要

当前首都机场控制区通行证持证员工数量已突破六万人，且根据实际情况，每天均有相当数量的工作人员需开展证件申请、延期、注销等相关业务，同时，按照管理规定要求，首都机场控制区证件有效期为两年，所有工作人员需按期换领新证。因此，如何加强控制区证件管理，提高各单位证件专办员业务办理效率，提升首都

机场证件管理水平，落实真情服务要求，成为首都机场控制区证件管理的关键。

基于上述原因，首都机场建设控制区证件一体化系统，它是面向首都机场全部驻场单位、合约商及所有持证人员的证件全生命周期管理系统，能够实现单位备案、人员背景审查，证件预申领、换证、注销及相关信息的增删改查、违规信息录入、后台与前端的实时交互等功能，有效的提升了首都机场准入管理工作的效率和信息化水平。



证件一体化系统的建设，实现了控制区证件的“一网通办”，集成了证件办理的全部管理要素，不仅达到了让各单位少跑腿，让数据多跑路的目标，也进一步提升了各单位数据的准确性和丰富度，更有利于受理单位开展审核及日常管理工作。与此同时，证件一体化系统进一步延伸了控制区证件的使用范畴，将与证件使用相关的证件记分模块、工具物料管理及大宗液态备案审核工作一并纳入其中，提高备案、审核效率，为各单位办理相关业务提供便利。

二、引言

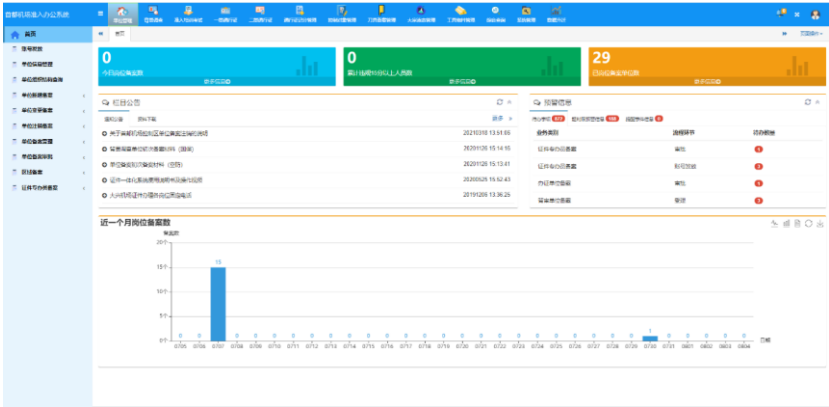
首都机场证件一体化系统项目建设自启动以来，项目组先后组织完成了系统应用流程梳理、软件建模、运行环境采购，软件研发，初期功能验证测试、系统安全漏洞扫描及主机防护等多个环节，目前系统已完成上线部署测试，并通过股份公司及公安局一期项目验收，已开展驻场单位系统正式使用工作，完成单位空防及国保备案，人员培训及考核等功能模块使用测试，并在使用中不断调优，以进一步为各单位及首都机场准入管理提供系统支持。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

当前，证件一体化系统正在首都机场公安局的大力支持下，进一步推进各驻场单位的单位备案工作，并对完成备案的驻场单位的相关合约商，发放系统账号，督促其开展线上备案工作，将系统使用进一步推广至全部参与首都机场运行保障的单

位及员工。对完成备案的单位，启用其线上证件申办功能，逐步取消线下纸质申请办理流程，进一步达到系统建设的初衷和目标。



同时，结合首都机场实际工作及业务需要，启动证件一体化系统项目二期需求调研及建设工作，进一步建立决策分析功能、增加相关功能接口并对一期系统功能进行优化升级，在保证审核必要性的前提下，进一步提升系统便捷性及功能丰富性。

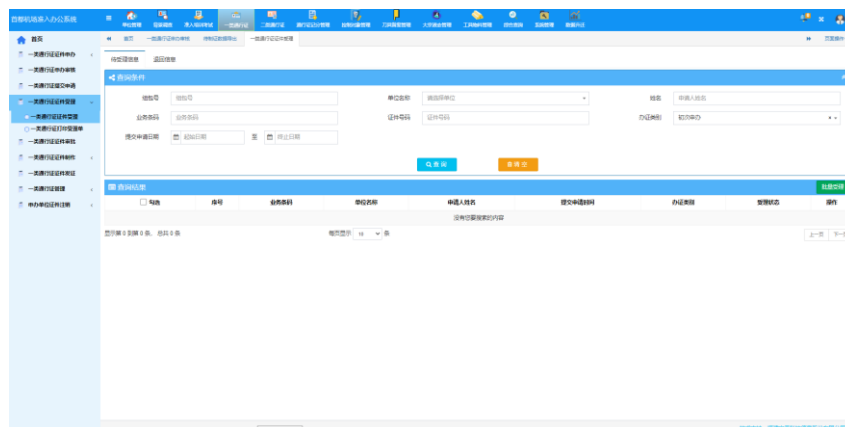
（二）阶段成效介绍

截止目前，已完成单位账号发放 189 家单位，单位备案 60 家，准入考试进 3400 人次，完成控制区证件审批及制发工作近 1000 人次。系统使用已初见成效，管理工作日趋完善，可进一步将系统使用推广至首都机场全部单位。

四、案例建设难点

（一）系统建设需考虑的流程和环节较多。

应对策略：控制区证件办理涉及的流程较多，从单位备案、区域备案、准入考试到背景调查、证件申办等等，每一个业务流程中有涉及到新办、延期、变更、停用、注销等，每一个业务又需要涉及提交审核、单位内审、管理单位审核、制发等多个环节，整体逻辑结构较为复杂。因此面对以上难点，主要采取以下应对措施：首先在需求调研阶段，尽可能明确需求，出具需求说明书，对各个流程和环节进行实地踏勘与访谈，确认无误后进行开发。在开发过程中，实现同步开发、同步测试，对测试发现的问题进行及时调整，确保流程环节不缺失，人员数据不冗余。



（二）首都机场单位多、人员杂，系统推广使用流程长。

应对策略：针对首都机场控制区持证单位多、人员复杂、个性化差异较大的问题，采取了以下应对措施：股份公司联合首都机场公安局制定分批启动、分阶段启用的策略，针对不同单位采用先试点、再驻场单位、最后推广的方式，初步向全场进行覆盖。针对不同功能模块，采用分阶段启用的方式，从单位备案、准入考试、证件申办一步步进行拓展，并对各单位在使用遇到的问题召开项目沟通会，确认各方需求，对个性化问题进行实时解答，便利各单位使用。

五、经验与启示

启示一：充分开展需求调研，避免闭门造车想当然，关注重点用户，重点环节。

在项目需求调研阶段，要开展充分访谈，对系统流程环节所涉及的全部单位、全部功能模块进行调研。且重点需访谈实际业务办理人，而非管理人员，确保做到不漏任何一个小细节，不出任何一点差错，这样才能在完成系统开发后尽可能便利各单位使用，同时确保审核流程的完整性及准确性。

启示二：系统推广阶段，重点关注用户使用培训及操作说明。

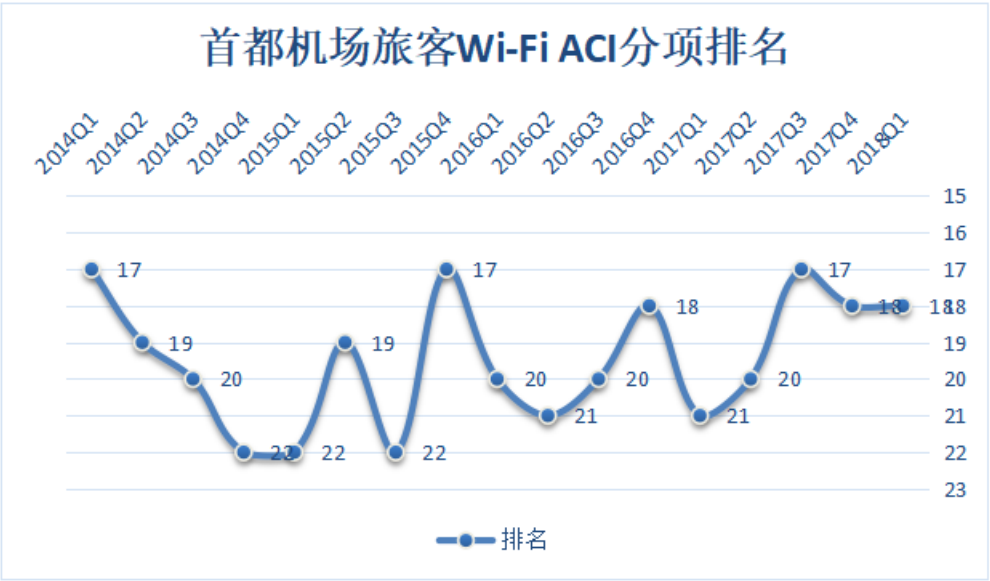
在项目推广阶段，系统用户往往熟悉业务，但不熟悉系统界面及流程，同时考虑到业务办理人的电脑使用熟练度等问题，往往存在系统使用的为难情绪，更倾向于采用自己更熟悉的线下办理方式进行业务办理。为此，建议组织多场系统使用培训、明确各个业务的填报要求及操作流程并建立操作手册，必要的话，可以录制视频演示操作流程，可以有效提高新建立系统的初期使用效率。

3505 自建旅客 Wi-Fi 项目

一、摘要

首都机场作为“中国第一国门”，在 2018 年旅客吞吐量突破 1 亿人次，成为亚洲第一个年旅客吞吐量过亿人次的机场，也是继美国亚特兰大机场后，全球第二个年旅客吞吐量过亿人次的机场。目前，首都机场日均客量量达 26 万人次，据统计每天有 4 万多旅客使用 Wi-Fi。Wi-Fi 的存在为智慧机场建设奠定了良好的数据基础和旅客触达渠道，改善 Wi-Fi 服务对于机场服务质量提升和智慧机场建设意义重大。

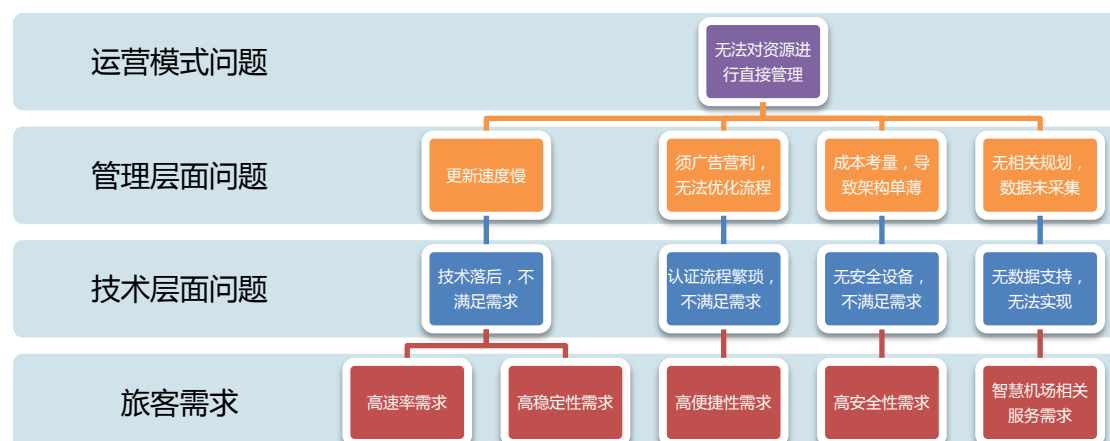
首都机场旅客 Wi-Fi 网络是首都机场为国内外旅客提供互联网访问服务的重要基础网络。原旅客 Wi-Fi 自 2009 年建成后，采用特许经营模式，由服务商进行建设及运营，由于存在连接困难、经常掉线、网速慢等问题，极大影响了旅客的使用感受，ACI 排名长期徘徊在 20 名左右，成为首都机场的服务短板。



为持续推进首都机场智慧机场建设，提升机场旅客 Wi-Fi 网络品质，首都机场于 2018 年全新升级了航站楼内旅客 Wi-Fi 网络，全面解决了原旅客无线网的 7 大痛点，给旅客带来了全新的高速上网体验。

二、引言

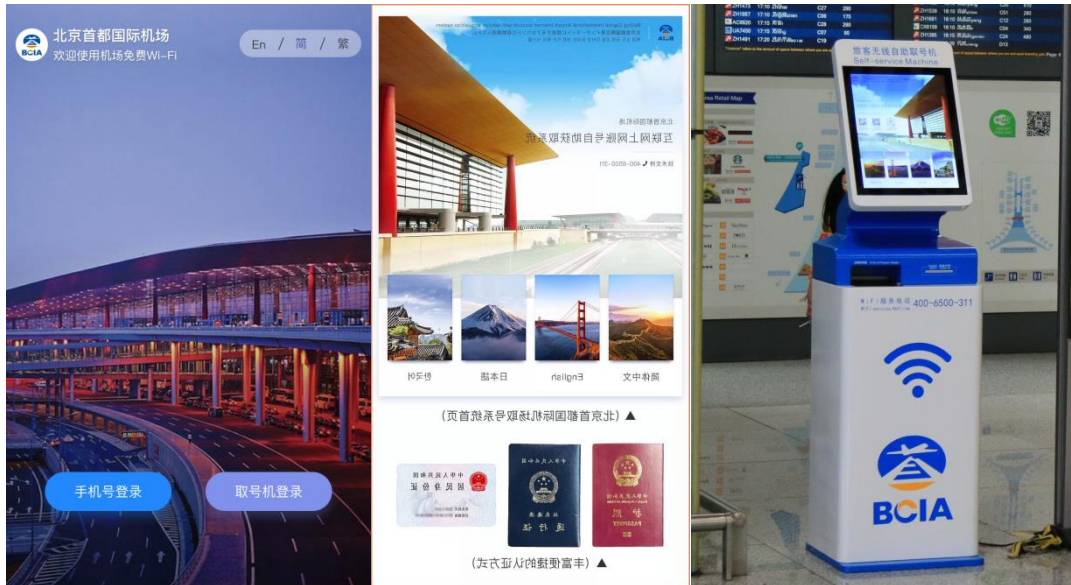
首都机场原有旅客 Wi-Fi 网络于 2009 年建成，采用特许经营模式由服务商进行建设及运营。由于网络未经过全面科学的设计，体验不佳，影响了旅客的使用感受，成为首都机场的服务短板。2014 年—2017 年，首都机场对原有旅客 Wi-Fi 网络进行了多次改造和优化，然而收效甚微。



首都机场通过进行旅客调研，建立模型进行分析，最终找出问题症结在于现有的特许经营服务模式。现有经营模式下，服务商争取利益最大化的目的与首都机场服务旅客的目标不一致，也无法及时满足机场点位增补、后台优化的需求，主导部门无法在技术与投入上对网络进行有效管理，也无法对旅客需求及时响应并持续提升网络服务水平。为持续推进首都机场智慧机场建设，提升旅客服务水平，首都机场决定放弃特许经营收入，改由首都机场投资自建旅客 Wi-Fi 系统。

首都机场自建旅客 Wi-Fi 系统于 2018 年 2 月启动建设，历时 4 个多月，于当年 6 月 26 日上线运行。系统覆盖 T1、T2、T3 三座航站楼全旅客流程区域，为旅客提供免费无线上网服务。

旅客 Wi-Fi 系统包含交换机及服务器等设备 217 台，AP 设备 1968 台，取号机设备 32 台，外网出口带宽 5GB，单用户带宽 10M。旅客连接首都机场旅客 Wi-Fi 网络以后，可以通过手机号或微信的方式登录，也可以使用取号机刷身份证、护照获取账号名及密码，登陆后即可访问互联网。



旅客 Wi-Fi 系统建设以旅客上网感受为出发点，针对首都机场三座航站楼的建筑特点，充分论证设计和安装，全面解决了原有 Wi-Fi 的问题和缺陷，为出行旅客提供了“体验人文化、操作便捷化、技术智能化”的出行上网服务。

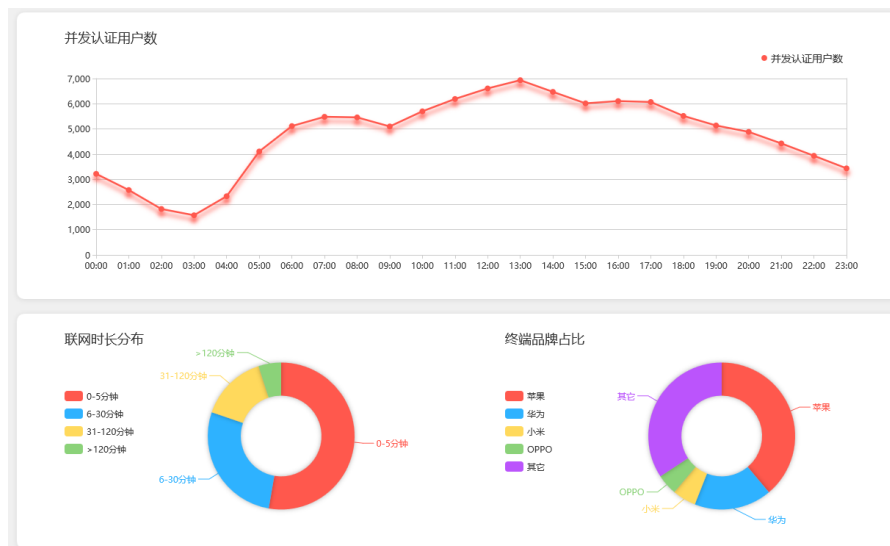
三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

2018 年 6 月，自建 Wi-Fi 正式启用，旅客服务大幅提升，三季度 ACI 专项排名从 20 名左右提升至 12 名，2020 年年度 ACI 专项排名达到第 8 名，2021 年二季度 ACI 专项排名第 10 名，高速、便捷、稳定、全覆盖的 Wi-Fi 获得了旅客的广泛好评。

（二）阶段成效介绍

自建 Wi-Fi 全面解决了原有 Wi-Fi 的七大痛点，为旅客提供了“体验人文化、操作便捷化、技术智能化”的出行上网服务：



1. 体验人文化：

总出口带宽提升 5 倍，单用户带宽达到 10M，旅客可流畅观看 4K 画质超清视频，25 个高速上网区内用户带宽再翻倍，彻底解决了“网速慢”的痛点；

无线接入点总数量增加一倍，覆盖三座航站楼所有旅客可达区域，包括商业区、餐饮区，甚至卫生间等，实现全流程无盲区，解决了“连接不上”的痛点；

针对性的覆盖方案，合理的频谱规划，使所有覆盖区域均保持极高信号质量，旅客不仅能连上 Wi-Fi，还能持续享用高质量网络，解决了“易掉线”的痛点。

2. 操作便捷化：

提供微信、短信、取号机、APP 四种上网认证方式，其中短信认证支持 223 个国家和地区的手机号，几乎全覆盖；

登陆全程无广告，身份认证由 20 秒缩减至 5 秒，并利用先进技术实现一次认证、三个月有效，让旅客体验回家上网般的感觉，解决了“认证繁琐”的痛点；

单点接入量提升 4 倍，退改签区域可容纳 1500 人同时连网，充分满足大面积航班延误旅客集中上网需求，解决了“接入量低”的痛点。



3. 技术智能化：

全网部署无缝漫游技术，旅客在移动中始终保持流畅无中断的网络连接，让旅客从“只能原地站着上网”转变为“跑着也能上网”；

主干网络部署虚拟化技术，接入端部署无线设备负载均衡、动态功率调整等技术，使得任一网络节点故障都不会影响整体网络性能，解决了“稳定性差”的痛点；

网络分区域设计，业务区、管理区、互联网出口区相互隔离，同时部署应用层防火墙及审计设备，有效防止网络攻击行为发生，解决了“安全等级低”的痛点。

四、案例建设难点

（一）项目立项前问题分析排查，难以确定症结。

2014 年开始，公司成立了“旅客 Wi-Fi 服务提升小组”，2014 年—2017 年，项目组对原有旅客 Wi-Fi 网络进行了多次改造和优化，然而收效甚微。如何从根本改善旅客 Wi-Fi 体验是一个难题。

应对策略：只是主观分析旅客需求，忽略特殊情景和环境变化造成的需求变化，无异于“闭门造车”，治标不治本。通过对旅客需求进行实际调研，建立需求模型，继而建立症结分析金字塔。通过分析需求，发现技术问题，进而对技术问题分析归纳，发现管理问题。最终发现，资源外包的运营模式是旅客 Wi-Fi 的症结所在，已经无法满足业务发展的需要，自建旅客 Wi-Fi 才能彻底解决问题。



（二）航站楼环境、结构复杂，现场实施难度大。

航站楼内环境和建筑结构十分复杂，有大量的空旷、高挑空、跨层无隔离区域，同时在雷雨等特殊天气产生大面积航班延误时，旅客退改签区域人流密度很高，而受现场条件限制，安装位置少，设计、施工难度大。



应对策略：综合考虑各个航站楼的建筑结构及旅客流量特点，针对标准、高密度、复杂结构、室外等不同场景选取不同规格的设备，制定适用的无线覆盖方案，并细致调整每一个无线接入点的覆盖范围和信号强度，确保点位布置科学合理。

五、经验与启示

启示：信息系统的建设、改造应该重点以客观需求为指导。

信息系统的建设、改造应该重点以客观需求为指导，不能光凭经验主观分析，或者只从技术或业务的角度出发，否则无异于“闭门造车”；同时，随着环境的不断变化和技术的发展，需求乃至应用场景都可能发生巨大的变化，这在系统升级改造的过程中也往往被忽视。不注意这两个问题，可能会发生投入大量人力物力建设、改造的系统却无法解决实际问题，就如原有旅客 Wi-Fi 系统一样，反复改造、优化，但收效甚微。

因此，在信息系统的升级改造中，应重点对需求进行分析，通过建立旅客需求模型等手段，不仅要分析当前阶段旅客需求，还要尽可能预测下一阶段旅客需求，将系统现状与之进行匹配，找到系统真正的症结所在，在此基础上进行方案设计才能够确保升级改造的有效性，切实解决旅客的痛点，提升服务水平。

3506 首都机场“航信通+”全流程“无纸化”面部识别及自助登机

一、摘要

基于首都机场集团建设“四型机场”、树立行业标杆的要求，响应民航局“九项便民举措”。为提升旅客感受，首都机场在三座航站楼全面支持二维码“无纸化”便捷出行服务的基础上，应用面部识别技术优化安检、登机流程，为旅客带来首都机场特有的基于面部识别的“无纸化”便捷出行服务。

首都机场面部识别自助登机服务以提升旅客出行感受为出发点，在全面提升安全管控水平、降低员工工作强度的同时，极大的提升了旅客便捷出行服务水平，实现了“刷脸”出行的全新服务模式。本案例提升了首都机场作为“第一国门”的服务水平，并为机场行业“无纸化”便捷出行服务方面提供了可借鉴的经验。

二、引言

随着信息化的不断发展和移动互联网技术在人们生活中应用程度的不断深化，大众对各行业服务质量与便捷性的需求和预期不断提高。首都机场吞吐量逐年攀升，出港旅客量持续增加，当前人工模式主导、智慧化程度不高的服务模式已经不能满足旅客快速出行的需求，自助服务可以让旅客更好享受快速出行带来的便利。同时，首都机场整体资源紧张，提高旅客出行效率可以有效提高资源使用率，充分践行中国服务。在新的时代背景下，进一步优化流程，为旅客提供更加便捷的出行服务已势在必行。

为了提升旅客体验、增强安全管控能力、增加旅客登机效率、促进机场收费方式多样化。2018 年 12 月，首都机场面部识别自助登机项目正式启动建设，历时 8 个月，于 2019 年 9 月建成投用，为通过首都机场出发的国内旅客提供“无纸化”刷脸便捷出行体验。截止至目前，首都机场国内已有 83 个登机口安装面部识别自助登机闸机、68 个安检通道安装安检面部识别一体机。



通过该项目的实施，首都机场不仅有效减少了“人证不符”、“人票不符”等情况的发生，提升了安全管控水平，还使得安检验证准确率和登机效率大幅提升，有效的降低了安检及航空公司地服员工的工作量。打通各业务平台间的数据壁垒，为将来安全分析、运行保障、服务提升和打下了坚实的基础。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

“航信通+”面部识别自助登机已覆盖首都机场全部国内近机位登机口、安检通道。

受到疫情影响，2020 年旅客量大幅降低且均佩戴口罩，面部识别自助登机的推广应用受到较大限制。随着 2021 年疫情逐步得到控制，旅客和航空公司对于面部识别技术和自助登机的配合度和主动使用的意愿也随之提高。在此基础下，目前共有 1000 余班航班，10 万余名旅客使用首都机场面部识别自助登机。



目前正持续和东航、海航、国航开展实际航班面部识别自助登机，在以往每日固定数量航班在技术人员保障下运行的基础上，扩大航班数量及使用范围，并开始

逐步过渡到由航空公司地服人员独立开展航班的面部识别自助登机，实现航空公司按需自主使用。

（二）阶段成效介绍



安检环节：

首都机场所有国内安检通道均已安装安检面部识别一体机。每个在首都机场出行的国内旅客均通过“航信通+”安检面部识别辅助验证，通过比对人脸信息与身份证照片，辅助安检员进行“人证合一”判断，有效降低人工判断的失误率。

首都机场“航信通+”安检面部识别一体机面向旅客，展示旅客的航班信息和登机口，以及预计步行距离，为旅客提供个性化的登机引导服务。



登机环节：

首都机场所有近机位登机口均已安装面部识别自助登机闸机。目前正在与航空公司开展实际航班面部识别自助登机工作，截止至目前，东航、海航、南航、国航已有 1000 余班航班在人工登机与自助登机同时开启的条件下进行登机。通过在每个登机口部署 2-4 条面部识别自助登机通道，每条通道单名旅客通过时间约 3-6 秒，登机时自助通道与人工登机通道同步开启，整体登机效率可提升 2-3 倍。



其中通过面部识别功能分辨并拒绝了 100 余名非本航班或人票不符的旅客。通过提升登机效率、提高登机放行准确率和安全性、切实减少地服员工工作量，得到了航空公司的广泛认可。

在旅客进行面部识别登机的过程中，每一步均有语音指导操作，与此同时，首都机场在闸机上方增加了分舱登机提示屏，航司可根据需求自由调整分舱登机显示，引导旅客有序登机，提升登机效率和现场秩序。在机场更换座位的旅客实际座位与登机牌不符，自助登机门会打印出旅客的登机座位小票，防止旅客记错自己的座位。

四、案例建设难点

（一）提升登机效率与确保航空安全之间的矛盾。

在传统乘机流程中，最容易排起长队，降低旅客体验的环节就是安检和登机环节。对旅客来说，在安检、登机流程提升效率能够让自己有更多自由时间支配；对机场服务人员来说，提升效率也是持续的追求。然而，一味地追求效率提升可能会带来一些安全隐患，例如在安检时出现人证不一的情况、在登机时出现登机人员与实际不符的情况，这些隐患可能引发影响范围更大的安全问题。而安全是民航运输的生命线，只有在保障安全的基础上，才能谈提升效率。

应对策略：通过将面部识别及自助设备融入现有的安检及登机流程，为现有的工作人员增加了可靠的帮手。在保证安全性的同时提升旅客登机效率。在安检验证过程中，安检工作人员需对人、证进行仔细比对，比对无误后方可放行；在登机过程中，地服人员也需确保登机人与登机凭证上的旅客信息一致。比对过程是非常耗时而又必须仔细完成的，是提升效率的关键优化点。在安检及登机口应用面相识别技术，利用人工智能算法辅助工作人员对旅客人脸与证件信息的比对，既可以提升比对效率，也能够提升安全性，降低人工验证出错的风险。

（二）与旅客出行习惯的磨合。

在实际应用过程中，为了符合国内旅客的出行习惯，需要在初期设计的基础上不断优化面部识别自助登机流程。

应对策略：首都机场针对国内出行流程及旅客的行为习惯，不断优化流程节省

旅客时间。针对首都机场国内出行旅客网上值机占比较高的情况，“航信通+”首次面部信息采集设在安检环节，旅客无需提前进行人脸认证，同时确保旅客无论使用何种值机方式均可享受“刷脸”出行的便利。同时针对国内旅客的排队习惯，首都机场经过充分的研究实验，决定在现场部署双门防尾随式闸机，闸机内安装红外感应传感器，可有效杜绝尾随事件导致登机人数不符的问题。

在面部自助登机过程中，针对旅客的行为习惯不断优化登机环节，强化自助登机流程的易用性和便捷性，在旅客进行面部识别登机的过程中，每一步均有语音指导操作，且每个环节的提示及时长均经过反复实验测算，符合绝大多数旅客的行为习惯，为航空公司切实解决登机效率问题。

（三）首都机场复杂的面部识别环境。

首都机场的旅客具有多样性的特点，登机口也因位置不同具有各种光照条件，不能保证面部识别环节在完美的环境进行。

应对策略：为了应对首都机场旅客不同的人员特点、不同的建筑环境。首都机场选取的人脸识别解决方案广泛适用于多种复杂应用场景，可以快速精准捕捉到各种非受控环境下的人脸信息，并对其进行身份认证。针对不同通道的物理环境和拍摄角度，每个摄像头都做了定制化的参数设置，以满足在不同环境下能准确分辨流程中的旅客并得到最优的面部识别图像质量。

五、经验与启示

启示一：新技术的推广应用需要和旅客互相适应。

新技术在旅客中的推广应用有两个过程，一方面是新技术以符合旅客行为习惯为目标不断优化改进。另外一方面是培养旅客自助登机习惯。随着面部识别技术及自助通行设备在中国的普及，旅客对于面部识别自助登机的接受度越来越高，在面部识别自助登机流程中的配合度也日趋良好，在初期运行阶段中旅客对于面部识别自助登机方式的种种不习惯也迎刃而解。

启示二：“全流程”背后的数据集成及应用。

在航信通+的项目建设过程中，打通了东、西区安检系统，东、西区离港系统，智能安检系统，人像智能识别平台等六大核心业务平台，完成近千项数据整合，实现了多信息系统、平台的深度融合。以旅客面相数据为关键数据，融合旅客身份验证、航班信息和机场资源信息，实现全流程旅客数据高度集成。

目前首都机场导乘导航系统正是借助此部分数据，通过对此部分数据的挖掘应用，实现了旅客“刷脸”查询航班信息、登机口，并提供相应的路线导航及商业店铺推荐。未来亦可结合旅客面相数据及登机口面部识别设备，持续优化并增强功能，

为航空公司提供登机口找人、为公安刑侦破案等提供更多扩展功能。提高机场服务水平、提升机场安全管控能力，为旅客提供更加便捷、高效、安全、优质的服务。

3507 首都机场商业精准营销项目

一、摘要

首都机场商业精准营销系统是聚焦提升旅客服务体验，面向机场非航商业的综合营销管理平台。该平台由营销管理、常旅客会员管理、数据综合分析以及通用接口四大模块组成。且通过“敏捷开发”模式，搭建了营销管理系统、常旅客会员平台、商业分析系统、数据管理驾驶舱及通用接口平台。实现了利用信息技术为旅客带来便捷个性的商业服务体验，打造互联网时代下适用于机场行业特性的商业经营模式，助力智慧机场建设，促进非航收入提升。

二、引言

根据首都机场“十三五”规划纲要中关于创新构建智慧机场、深度挖掘商业资源潜能的总体要求，以及股份公司商业开发部提出的关于构建首都机场商圈会员体系、开展会员精准营销业务、提供商业室内导航服务、实现商业运营数据分析及可视化等业务需求，计划新建商业精准营销系统项目，全面提升首都机场商业管理的智慧化水平和旅客的商业服务体验。

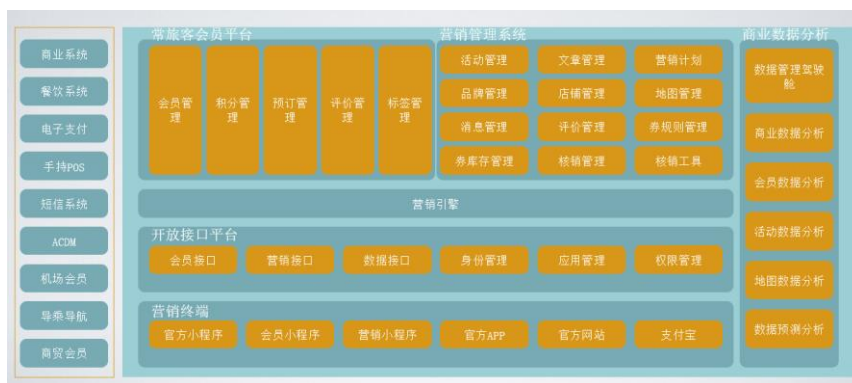
目前，机场现有商业系统仅用于支持零售、餐饮等基础业务管理，现有系统无法满足用户对于首都机场商业实现精准营销的需要。面对机场商业发展现状，急需建立会员管理系统、营销管理系统、商业经营分析系统及商业室内导航应用，借助商业运营数据分析、室内导航应用、数据管理驾驶舱、营销及会员管理系统等技术应用，实现首都机场商业精准营销，促进旅客商业服务体验及非航收入的提升，也为用户进行商业资源规划管理提供技术和数据支持。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

该项目于2019年3月正式启动，总工期历时15个月，已于2020年6月完成实施上线。该平台共计完成营销管理平台、常旅客会员平台、商业数据分析以及通用接口平台四部分核心功能开发和部署。至今支持了“嗨购节”、“双旦购物节”、春节活动、“去首都机场撒欢儿购物节”、“食无虞安然购”、“双节盲盒购”等10余场首都机场营销活动的开展。其中，2020年，支持4场营销活动，带动常旅客会员增长26万，带动零售、餐饮及免税销售额1.12亿。

（二）阶段成效介绍



1. 灵活的营销管理系统

该体系实现了商业营销业务的全流程闭环管理，且支持营销在航站楼内商业店铺的全覆盖，以及基于时间、地理位置和常旅客会员个性的精准、自动营销。

(1) 建立营销活动数字化管理。从其计划、规则、执行、分析四方面实现闭环。让营销管理不再拘泥于传统的事前推测、事后总结，而是将数据分析作为决策依据、用信息技术完善营销手段。

(2) 支持商业营销业务的全场覆盖。解决了以往因营销活动受制于各业务系统独立运转而导致的无法进行全场统一营销的痛点。系统上线后营销活动已经覆盖场内的零售店铺、餐饮店铺、免税店铺、行李寄存打包网点等。后续将逐步覆盖更多线下场景。

(3) 支持基于时间、位置和旅客画像的个性化的精准营销。该系统平台根据旅客全流程场景，构建多个营销触点，摒弃了单一广撒网的领券方式。当营销触点被触发，系统会自动将最适合的店铺推荐、品牌优惠券、新品信息等通过小程序、微信、短信等渠道推送给旅客。同时引入了 VR 技术，当旅客在使用 VR 导航时，可在实景中看到并参与营销活动信息。

(4) 可自定义的营销自动化引擎。该引擎具备场景式自动触发的精准营销能力，可自定义营销场景，包括营销内容、目标、触发规则及发送渠道等，进行自动化营销。



2. 开放的常旅客会员管理平台

实现了首都机场商业生态下常旅客会员多身份的统一和管理，提升了旅客的服务体验和购物便捷性。

(1) “伙伴会员”助力首都机场商业服务整合。该平台实现了联名会员功能，支持会员多身份管理。第一期覆盖首都机场常旅客会员和商贸航诚会员，因此，加入伙伴会员计划的旅客将可以同时享受这两种会员权益。

(2) 实现通用积分商城，常旅客会员可以通过绑定伙伴会员在该平台进行积分通用兑换。这助力了首都机场商圈会员体系建立，将会员服务体系覆盖到更大群体。

(3) 搭建常旅客会员标签体系，为旅客提供个性化服务。该系统通过 kafka 与 spark 等大数据技术，同步商业系统、运行系统的数据，结合常旅客会员的交互行为进行计算分析。利用基础属性、行为特征、购物偏好、活动喜好、生命周期、价值评估等维度为每一位常旅客会员生成特征“画像标签”。当前“画像标签”已经覆盖 400 余万常旅客会员。这些标签可以为个性化的精准营销活动提供依据。



3. 多维的商业数据分析系统

搭建了一套完整的非航商业域的数据分析、展示系统。结合运行和商业数据，分析了运营、会员、营销活动析、店铺四个维度。横向分析了量值的总值、趋势、同比、环比、占比等内容；纵向则通过相关商业分析模型（如 RFM、会员生命周期模型、漏斗模型等）开发了 50 余张图表。这相比传统的手工数据分析方法提升了数据利用效率，为商业运营和发展决策提供了数据支持。



4. 通用的接口管理平台

搭建开放的接口平台，开放会员能力、营销能力及数据能力，支持与集团、成员机场、专业化公司及第三方平台快速对接，共建共享、互惠互赢。该平台对接了首都机场官方 APP、小程序、导乘导航设备，打通了线上线下服务渠道。与大数据平台进行对接，实现运行、商业、服务、旅客数据的融合。系统目前已开放 22 个接口，包含常旅客会员、营销活动、电子券等多个模块。通过标准化对接模式引入首都机场非航商业运营业务，实现业务的快速迭代和商业服务产品的打造。

四、案例建设难点

（一）非统一收银系统带来的核销困境。

以餐饮、零售为主的商业系统中，存在诸多非统一收银系统，给营销活动开展的核销环节带来诸多困难。例如：需要业务协调多商户进行系统核销对接，后续每次做商户更换都需要重新对接。

应对策略：对接电子支付平台能力，增强电子支付平台能力，建立完善非统一收银平台能力，通过电子支付环节解决非统一收银问题。

（二）从数据分析到用户沉淀，营销数字化不仅需要借助大数据能力、思维，还需要打造数据的应用场景。

在完成系统能力搭建后，如果借助系统能力实现机场商业数字化发展，进行营销和业务赋能是系统上线应用后面对的一个实际问题。

应对策略：IT 团队转移主导权，以业务部门为主，不断尝试和布局创新机场商业业务场景，比如团购、精准营销场景等多种形式的营销并积累数据进行数据分析；

从数据采集和数据分析增加精细度，优化数据质量；最后借助营销活动运营商的能力，加强对用户的深度运营能力。

五、经验与启示

启示一：“敏捷”业务需要“敏捷”开发。

商业和会员业务的特点之一就是灵活多变，营销活动形式既要符合当下主题，又要紧跟技术潮流，每次活动都力求为旅客带来不一样的新颖体验，这使得营销和会员系统相较于机场其他生产运行系统，在功能迭代方面有着更高的灵活性、敏捷性要求，所以在系统建设之初的方案设计和技术选型上，选择了能够通过敏捷开发实现功能快速迭代的产品，以此实现业务需求的快速响应。

启示二：机场商业要融合机场行业特性。

机场行业的商业和会员业务发展，需要充分考虑航空主业特点，将本场的航空资源和非航资源融合补充，结合旅客出行流程进行会员服务和营销场景设计，提升旅客出行体验，以实现航空和非航业务的互相促进、共同发展。例如，丰富的会员权益和营销活动有助于吸引旅客选择在本场出行或中转；而结合航空出行数据进行旅客画像价值分析，也有助于机场为旅客提供更加个性化的商业服务和营销活动，以此提升购买率和复购率，促进非航收入提升。

启示三：融合航空和非航数据，构建智慧商业生态体系。

首都机场商业带有航空属性，围绕其产生的数据区别于商场模式下的会员体系，首都机场常旅客会员涉及航空数据、商业数据、服务数据等多数据源，来自于多个主体单位，比如机场、航司、专业化公司等。在旅客标签体系创建、画像以及多场景打造中都会面临如何实现多源数据的收集和融合。

基于现有平台，一方面要着力推进首都机场会员服务核心能力建设，纵向不断完善首都机场常旅客会员权益与服务，提升会员价值，打造品牌形象；横向扩展与外部第三方合作，形成首都机场商圈会员体系，打造机场新业态、新服务模式，为旅客提供更多智能、愉悦的服务内容。另一方面，结合本场航空业务特点和物联网、大数据等技术，不断将本场非航资源进行补充整合，丰富自有数据并进行价值挖掘，为首都机场商业业务运营和发展提供动力，打造科技时代智慧化商业服务产品。

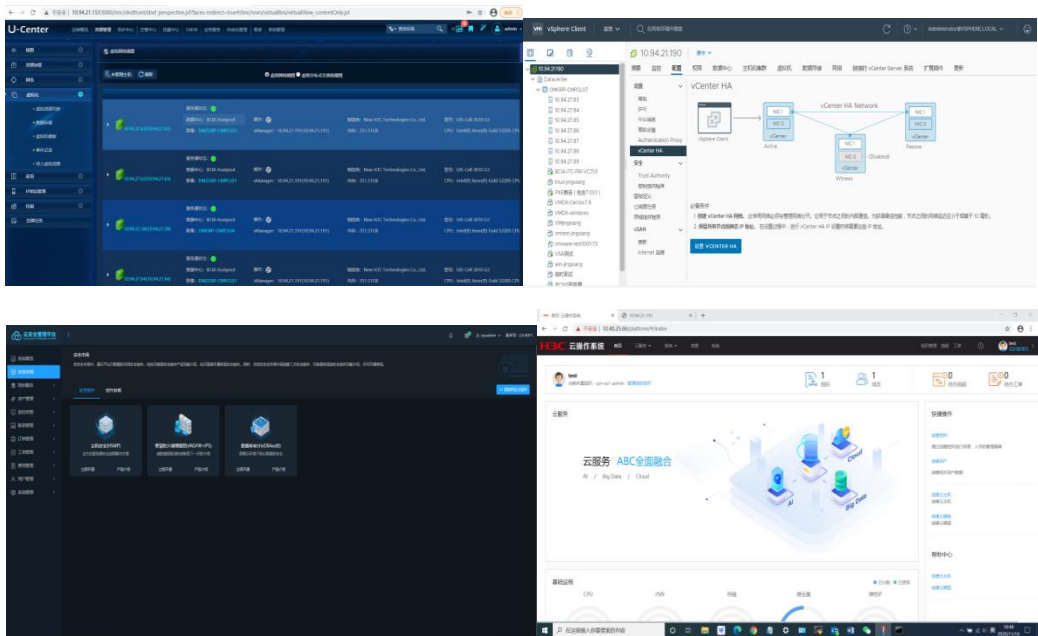
3508 首都机场云平台建设项目

一、摘要

首都机场股份公司自 2013 年开始引入虚拟化技术并搭建虚拟化平台,截至 2020 年已具备 12 个虚拟化资源池、50 余台宿主机的规模,其上运行了 500 余台虚拟机,涉及公司内外部近 100 余个系统,并于每年近 100 台虚拟机的规模在持续增长。

但随着“互联网+”业务的扩展,首都机场与外部信息的联系越来越紧密,逐渐发现首都机场虚拟化平台存在一些问题,主要体现在资源统一管理问题、不同业务需求间的资源分配与隔离问题、生命周期管理问题、云计算的信息安全问题、资源计费问题等。

通过云平台的建设,实现对生产资源池、办公资源池、测试资源池的资源进行统一管理,构建向业务部门及其他用户提供服务的软件平台,同时通过构建统一计算资源池,对办公、生产、测试三类用途的资源进行统一规划、区分和隔离,最终形成一套首都机场云平台安全管理体系,满足云平台信息安全要求及运行安全要求。



在“十三五”期间,结合公司业务发展实际需要,实现应用为导向,云计算为技术支撑。通过云平台的建设,在有效降低重复建设投资、节能环保的基础上,提高基础设施资源的利用率,实现公司基础设施资源的统一规划、统一建设、按需调配、即用即用、有效共享。

二、引言

建设首都机场云平台,其目的在于实现建设集约化、资源共享化、服务标准化、效益最大化的同时,满足公司 IT 基础设施的应用需求,大幅降低建设和运行成本,提升整体运行管理水平,推进标准体系的建立,创新应用服务模式,带动行业云计算应用水平的提升。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

云平台已完成初步验收，于 2021 年 5 月 29 日进入为期三个月的试运行工作，系统整体运行平稳。新建云平台目前运行虚拟机 268 台，承载着导乘导航系统、智慧党务系统、智能资源分配系统、智能防汛系统、智能客服系统等 51 个系统，涉及 12 个外部单位及部门。

（二）阶段成效介绍

目前云平台新建资源池中，已运行 12 个部门及外部单位的 268 台虚拟机，涉及 51 个系统，平台运行平稳，未产生告警及影响系统正常运行的事件。

项目中搭建的 ORACLE 数据库一体机，已运行了机场地理信息系统共五套数据库双活实例，整体运行平稳，性能较原有平台有明显提升。

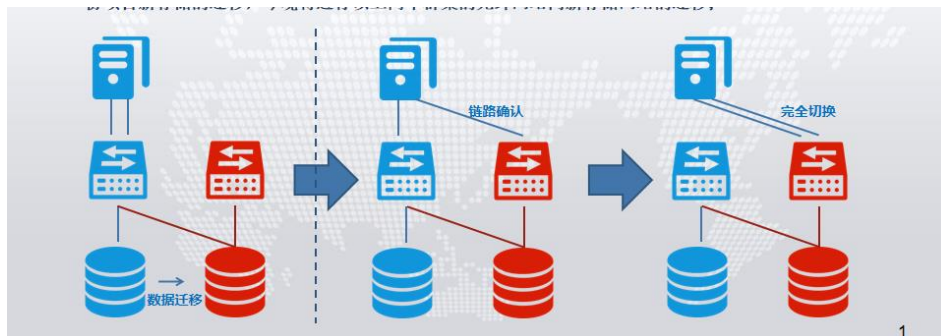
通过在线迁移工具，实现了 105 台 DMZ 区域虚拟机的迁移工作，将机场全部运行于老虚拟平台的 DMZ 虚拟机迁移至新建平台的 DMZ 专用群集，实现了 DMZ 与非 DMZ 区域虚拟机的隔离，满足了等保三级要求，提升了机场信息安全水平。同时将 146 台运行于已达生命周期末期的虚拟资源池虚拟机迁移至新建云平台后，将老旧设备下线，保证了资源池的生命周期要求安全可控。

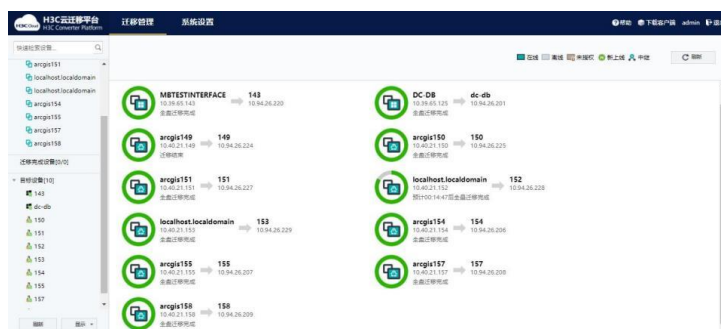
四、案例建设难点

在云平台建设完成后，需将运行于已达生命周期末期的虚拟化资源池中的虚拟机及与园区混用虚拟资源池的 DMZ 区域虚拟机迁移至新建专用资源池，实现设备的生命周期更替及 DMZ 设备与非 DMZ 设备的隔离，完成后将老资源池设备下线。在实施工程中遇到的难点主要为：

（一）迁移系统均为在线运行系统，多样且不能中断。

整体迁移过程涉及 251 台虚拟机，其中 75 台虚拟机为机场核心生产运行类系统设备，包括安检、航显、集成等系统，必须在迁移过程中保证虚拟机持续在线提供业务支撑，不能出现在迁移过程中影响业务运行的事件。





应对策略：通过在迁移工作前进行充足的用户沟通与调研，根据业务的维保商支持能力、系统允许停机窗口等要求，将 251 台虚拟机的迁移工作分为 10 余个迁移批次，同时按照业务的重要程度排列虚拟机迁移批次顺序，在迁移过程中要求相关方全部到场现场支持，并且做到成功切换一台、测试一台、再下一台的方针逐步执行，最终历时五个月，完成了全部 251 台虚拟机的迁移工作，迁移过程平稳，未发生任何影响系统运行的事件。

五、经验与启示

启示一：云平台的建设，更适合小步快跑。

云平台是智慧建设的基础设施，提供了底层计算及存储资源的支撑，涵盖内容非常广，包括安全产品、监控产品、宿主机硬件扩容、虚拟化软件扩容、网络产品扩容，甚至到 PAAS、SAAS 服务的开发，在没有虚拟化技术的建设及维护经验的情况下，建议小步快跑，采用多个小项目的方式，迭代升级、扩容及建设，可以最大限度的提升建设的成功可能性及最大的资源利用率。

启示二：云平台改变的不是技术，而是用户习惯，要关注用户感受。

云平台建成后，底层仍是虚拟化技术，所以在平台建成后，感受到改变的是用户，因为用户从平台的登录、资源的申请、变更及释放的操作方式都发生了颠覆性的改变，同时云平台的建设由于需要满足等保三级，新增了双因素认证方式，增加了用户登录系统的复杂度。

同时，企业私有云不同于公有云，用户大多为非 IT 专业人员，对于新平台的学习、了解和掌握，都是很大的挑战，所以作为平台建设者，在用户培训、系统推广上更加在乎用户的感受，实现用户对平台的平滑过渡。

3509 首都机场大数据平台建设项目

一、摘要

随着大数据、物联网、云平台等技术的发展，基于数据的分析和应用发生了显

著变化，逐渐从统计分析向预测分析转变、从单领域向跨领域转变、从被动向主动转变、从非实时向实时转变、从结构化数据向多元化转变。这五大转变针对数据服务提出的要求体现在数据处理能力、分析能力、时效性和数据共享互通以及平台易用性，开放性等方面；在数据治理方面的要求则体现在对数据资产管理、数据开发、数据质量以及数据共享机制等方面。

首都机场大数据平台项目建设整体主要包括四个部分：

（一）现有数据中心系统升级改造

对现有的数据中心系统进行软件、硬件的升级改造，对后台的数据逻辑进行优化，对前台的应用界面进行重新开发，满足用户的使用需求。

（二）大数据平台建设



搭建以下平台和系统

1. 采集存储平台：提供数据采集处理能力
2. 数据治理平台：提供数据质量与安全管控
3. 应用支撑系统：提供分析挖掘支撑能力
4. 综合展示平台：提供各类数据管理能力的展示

（三）大数据应用建设

建设基于大数据的运行预测应用，包括航班正常性预测、机场总体运行态势评估和预测以及机场三大指标明日预测、节假日预测等；建设全维度的旅客画像，为机场的运行、安全、服务等业务系统提供数据支撑；建设基于进店率分析、店铺之间关联关系等数据的商业智能分析。

（四）首都机场数据管理标准规范编制

为加强和规范北京首都国际机场股份有限公司数据资源及数据共享的管理，提高数据资源的使用效率和价值，加强数据资源安全保护，维护合法权益，结合股份

公司实际，制定《数据资源管理规定》《数据共享管理规定》等数据管理制度规范文件。

二、引言

首都机场的大数据平台可提供数据的存储、处理和分析能力，并通过数据的不断融合积累和平台能力的不断完善，全面支撑首都机场运营管理各项业务应用；同时通过构建基于大数据的应用，融合多业务领域的数据和应用，强化机场数据管理与应用支撑的体系建设，为内、外部各系统提供高价值的数据服务与数据应用支撑能力，有效提升服务水平，促进业务创新发展。同时项目也通过编写首都机场数据资源管理规范和技术规范，帮助首都机场建立并完善数据管理相关制度和工作机制。项目已完成了平台建设以及与机场部分系统的对接联调以及系统迁移工作，目前正在进行项目软件的第三方评测，同时，已开始业务部门关键用户的测试阶段。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

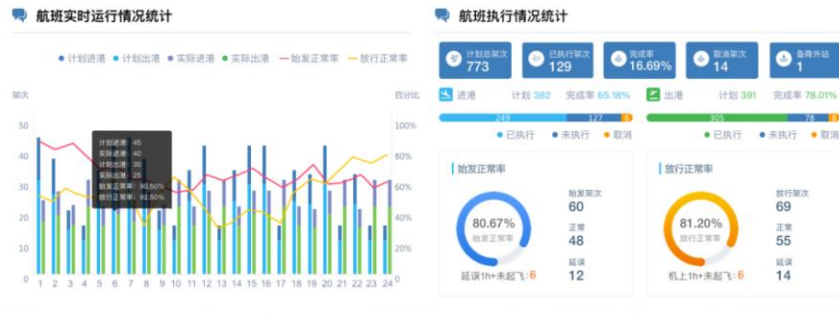
大数据平台建设项目目前处于实施阶段。

数据中心升级改造方面，已完成数据中心首页、运行监控、数据维护模块上线，并开始进行业务测试；同时进行了部分采集、服务接口迁移，完成了 TODB、一二级中间件、报文系统、旅信平台、货航数据采集对接，完成 GIIS、外网系统服务接口测试对接，开始进行 ERP 的准生产环境的对接测试工作。



大数据平台建设方面，完成自助报表平台正式上线，处理海量、非结构化数据的 hadoop 平台和 MPP 数据库已经搭建完成，开始采集数据。

大数据应用建设方面，向运行控制中心、航空业务部等多个业务部门进行调研，确认需求内容；完成数据质量监控应用开发与上线；完成中转旅客画像分析。



首都机场数据管理标准规范编制方面，已完成对首都机场的数据管理现状调研、梳理；草拟机场数据管理组织机构调整方案，编写首都机场的数据管理规定和技术标准。

（二）阶段成效介绍

大数据平台已完成软件环境搭建，完成向民航总局发送 24 项航班全流程监视试点数据的接口开发；完成向总局发送的 13 项关键数据以及 20 项运行关键数据的质量监控应用；自助报表平台正式上线，支持业务人员对各种业务数据实现自助式的可视化分析和展示。

四、案例建设难点

该项目主要采用了业界成熟的软硬件进行集成，开发工作量较大，在建设过程中遇到的难点主要有以下几点：

（一）大数据系统与机场系统的对接联调工作。

在平台建设完成后，需要与机场很多系统进行接口对接联调，并进行数据的对接，尤其是与机场外部的系统对接比较困难。因为接口对接测试需要两端分别进行开发。而很多系统处于升级、更新阶段，或者因为商务的问题，同时也要考虑源系统的运行稳定，导致对接工作推进困难。

应对策略：存量系统以旧的系统接口为标准，新的数据对接以大数据平台的接口作为统一标准。与现有运行系统对接数据，采取新旧数据中心系统两条线并行的方式，在保证现有数据对接和应用的前提下，对新的数据通路进行测试。保证数据一致之后再行切换，替代旧的数据通路。

（二）旧的数据中心系统进行前、后台升级改造以及数据迁移的工作。

因为项目中的一项重点工作是对首都机场原有的数据仓库-数据中心系统进行整体的升级改造。原有数据中心系统从建设到升级经历了 10 年的时间，里面的后台数据逻辑和业务逻辑积淀了很多内容，最早的设计文档和数据字典保存也不是很完全。而新的数据中心要在保持旧的业务、数据逻辑的基础上进行前台开发架构和后

台数据结构的拆分，实现类微服务架构的后台优化升级以及前台页面的重新开发是一个非常困难的工作。

应对策略：新的数据中心前期需要深度梳理所有旧数据中心的业务逻辑，并重新设计新数据中心的数据结构。在前期深化设计的阶段以及开发测试的阶段必须与业务部门紧密联系，随时了解业务的现状和变化，从而避免后期因需求变化导致的项目风险。



五、经验与启示

启示一：数据平台的项目的最终目的是满足业务部门的需求。

对用户的需求要进行管理，我们做数据平台的项目的最终目的是满足业务部门的需求。尤其是近几年，用户部门对于数据分析、数据展示的需求越来越多，而且变化很快。我们在积极响应用户需求的同时，还要真正挖掘用户提出需求的根本原因和目的，因为用户通常不了解技术，而且提的需求相对表面，可能更多是满足短期的需求，我们只有清楚用户的本源需要和痛点，同时结合现有的最新技术和信息长远期规划，才能真正满足用户的需求。

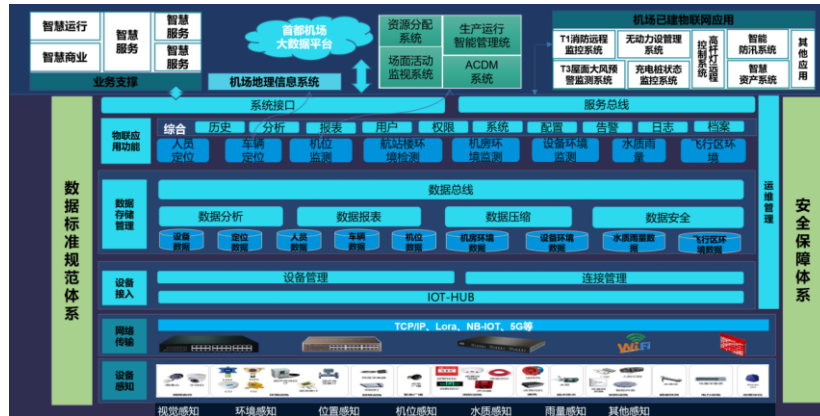
启示二：云大数据项目不仅要做好后台数据的存储、整合还要做基于业务的数据分析、挖掘和展示。

云大数据项目在几个 IT 基础平台中是最贴近业务的，不仅要做好后台数据的存储、整合还要做基于业务的数据分析、挖掘和展示。也就是说大数据平台的应用是非常重要的，只有让用户能阶段性的看到数据给他们业务带来的提升，才能对数据平台更有信心，才能更多的使用我们的大数据平台。所以平台的实用性和用户体验也是非常重要的，数据只有真正的用起来才能创造出真正的价值。所以我们在建设大数据平台应用以及测试的过程中必须多听取业务用户的意见。同时我们也在平台里建设了自助报表和决策分析平台就是让业务用户可以相对自助、简便的在平台上实现自己的数据需求。

3510 首都机场物联网平台建设项目

一、摘要

首都机场物联网建设不断推进，各类新增业务越来越多，相应的业务支撑系统和关联设备也随之快速增加。同时机场各类设备和系统繁多，不同系统之间数据互通困难，设备难以集中统一管理的问题逐渐凸显。



首都机场立项物联网平台项目，主要建设目标为一张网、一个平台、九项功能。

一张网：一张兼容多种设备、多种接入方式、多种通信协议、多种管理方式的物联接入网络。

一个平台：一个数据处理能力强，架构弹性大，支持多种接口，集成物联数据清洗、存储、统计、分析、展示的物联网软件平台。

九项功能：人员定位、车辆定位、机位监测、飞行区环境监测、航站楼环境监测、设备环境监测、机房环境监测、冰雪监测、西湖水质雨量监测共九项功能。

项目涉及设备定制、安装，网络搭建，平台建设，接口对接，应用开发等多项工作，且各项间关联性强、耦合紧密，需对采购、施工、开发、对接多方面进行协调统筹，实现项目按期完成。

二、引言

首都机场物联网平台项目建设过程中，累计涉及部门和单位 20 余个，数百个干系人，除物联网平台外，还形成了《机场物联网系统建设标准规范》，指导后续的物联网应用建设。首都机场物联网平台的建立，高效实现了对设备识别、定位、远程数据采集控制，打破信息孤岛，实现管理运营的智能化，增加系统的安全性和可靠性，极大的提升运行效率，节约人力资本。后续平台将逐步成为首都机场智慧运行、智慧服务、智慧安全、智慧商业、智慧经管等业务板块提供支撑，作为智慧机场的重要基础支撑平台之一。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

物联网平台项目正在实施阶段，已经建设完成网络 and 平台，合计新建并接入设备 1 万余个，对接外部系统包括 T1 消防远程物联网监控系统、高杆灯远程监控系统、T3 屋面大风预警监测系统等 11 个系统，并为其中多个系统如智慧管井系统、智慧运维平台、场面活动监视系统等提供数据。9 项功能已完成 8 项部署和应用工作。

(二) 阶段成效介绍

项目已建设、打通 Wi-Fi、LoRa、NB-IoT 三套物理链路接入，并在应用层兼容 MQTT、HTTP、CoAP 协议，接入 11 类终端设备，完成了接入网络建设工作，为后续其他应用场景的快速部署实施提供基础。



平台方面，搭建了规则引擎和应用开发引擎，实现了从数据流管理到应用设计的全自助部署能力，同时建立了 Kafka 等 5 种数据接口协议和基于 Rest API 的功能调用接口，实现了平台系统的充分复用，减少了新建定制化物联网应用的开发工作量。



平台结合 9 项功能，集成并新建公共区环境监测应用、飞行区环境监测应用、航站楼环境监测应用三个业务应用系统，飞行区和公共区环境监测应用已开始试用，全面监测风力风速、温度、湿度、空气质量、水质雨量等环境状态数据。

四、案例建设难点

首都机场物联网平台是机场行业内首个高扩展性、多应用集成的物联网平台，

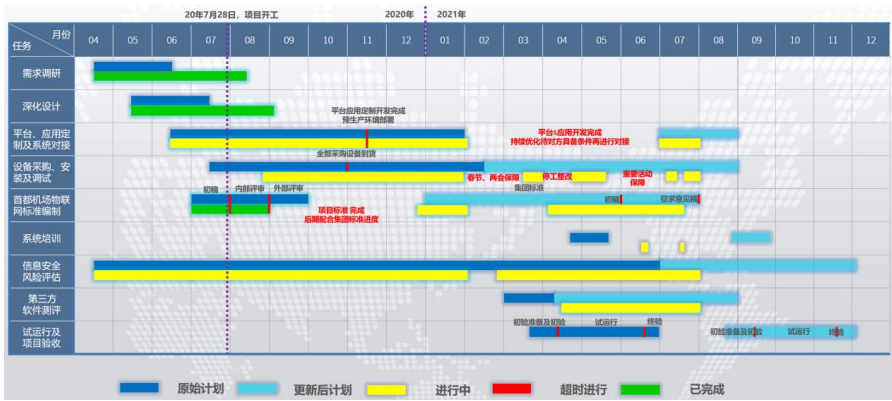
缺乏相关的设计参考、实施经验和行业标准。

(一) 缺乏设计参考。

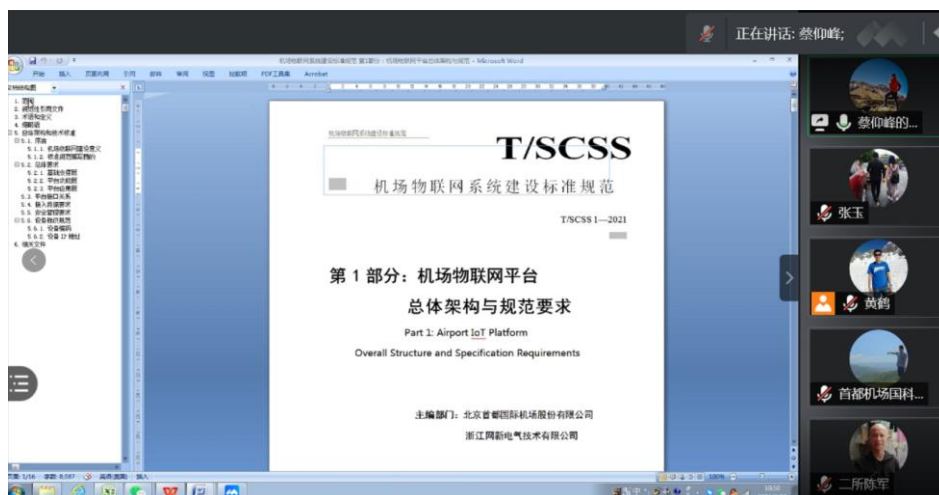


应对策略：物联网平台在设计过程中，参考了其他行业多个物联网平台，对平台的性能规格、协议兼容性进行了整体的规划；根据行业内的应用场景和实际业务需求进行了适配；立足于现场环境、工艺要求和网络安全需要，定制专用终端，形成最终设计方案。

(二) 实施难度大。



应对策略：在实施方面，在受到疫情、特殊天气、设备故障、对接系统延期等多种条件制约情况下，将实施计划根据要素进行分解，动态调整进度计划，有效保障在控制成本的情况下，按总体进度进行实施。



（三）暂无行业标准。

应对策略：在建设过程中，通过对项目过程文件进行整合、调整、泛化，参考了11个物联网专业规范文件，3个民航领域的专业标准，制定了机场行业内首个物联网平台技术规范，解决了物联网建设标准规范缺失的难题。

五、经验与启示

启示一：物联网平台宜尽早建设。

物联网平台作为支撑性基础平台，主要为其他业务提供数据支持和统一管理，尽早建设有利于机场统一管理设备，同时为后续接入的各个业务系统提供统一的数据，方便业务系统之间的交互。

启示二：物联网平台建设需要因地制宜。

各个机场发展程度不一，因此对于物联网平台的应用也需要因地制宜。对于规模较大的机场，物联网平台需要支持的业务系统较多，需要管理的设备数量也更大，因此物联网平台需要集群化部署，各个服务要有相应的冗余量；而对于规模较小的机场，在满足目前需求的情况下，可以先引入统一的数据格式和对接标准，来为后续的发展打下基础。

启示三：物联网平台建设需先行考虑网络安全。

考虑到物联网平台接入设备、系统众多，网络安全等级不同，应在初步设计前确定好平台的网络安全等级，根据需求确认的项目范围逐一确认设备、系统的连接方式，网络安全要求，综合评估进行网络设计。

36 北京大兴机场-智慧规划建设项目

——北京新机场指挥部

一、摘要

北京新机场（即北京大兴国际机场，以下简称大兴机场），位于以北京天安门为起点、沿中轴线向南 46 公里处，距首都机场 67 公里、天津滨海机场 85 公里、雄安新区 55 公里。习近平总书记 2017 年 2 月 23 日视察大兴机场建设时指出“新机场是国家发展一个新的动力源”，要着力打造“精品工程、样板工程、平安工程、廉洁工程”，并提出“如何管理运营好北京新机场、北京两个机场如何协调、京津冀三地机场如何更好形成世界级机场群”这三大关切。为落实总书记指示，大兴机场按照大型国际枢纽机场理念设计，打造集高铁、城际铁路、地铁、高速路等多种交通方式于一体的综合交通枢纽，为完善民航机场网、航线网和综合交通体系提供了有力支撑。

智慧机场是大兴机场信息化建设规划之初就一直坚持的理念，大兴机场信息化建设以实现“Airport 3.0 智慧型机场”的运行管理理念为建设目标，通过与相关驻场单位的信息共享、协同决策、流程整合，充分提升了机场运行效率、旅客服务水平以及安全保障水平。通过搭建成熟、稳定、灵活和可扩展的信息技术架构，为相关业务单元提供了实时、共享、统一、透明的应用服务，形成了多业务支撑平台协同发展，为打造国际领先的智慧机场提供了有力保障。

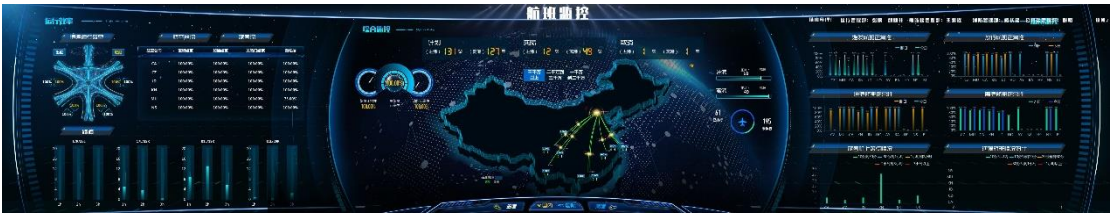


二、引言

大兴机场积极落实民航局“四型机场”建设要求，持续探索智慧机场建设最佳

实践，将智慧机场理念贯穿于信息化建设及运营始终。从前期信息化规划、设计、建设实施到当前开航运营后信息系统的安全平稳运行，大兴机场智慧机场建设共分为规划、设计、建设和运营 4 个阶段。

在信息化规划阶段，以打造“Airport 3.0 智慧型机场”为目标，利用新兴及成熟技术，实现机场实时信息交互、协同决策以及流程优化整合。在信息系统设计阶段，依托于规划的成果，立足于全机场业务的需要，基于“互联网+机场”、“智慧机场”的理念，应用云计算、大数据、互联网等技术，设计形成近 70 个信息系统，从信息基础设施、基础平台及应用平台 3 个层次全面支撑大兴机场各项业务。在信息化建设阶段，围绕广泛而便捷的协同运行、防患于未然的安全管理、全面及时的旅客服务、无缝衔接的综合交通管理、数据驱动的非航业务发展、基于“一张图”的可视化管理、统一共享的信息资源管理及节能环保的绿色机场等 8 个方面全面开展大兴机场智慧化建设。2019 年 9 月，大兴机场智慧机场建设正式进入运营阶段，通过整合旅客、交通、消费、位置及运行等多维度数据，结合创新技术发展，持续优化运行效率、提升运营水平，有力支撑管理决策。



三、现阶段工作

大兴机场智慧机场建设贯彻落实民航强国战略要求，以规划设计为引领，以技术和业务发展为导向，以科技创新为动力，以信息安全为保障，顺利完成了规划设计的 19 个平台 68 套系统搭建，在 2019 年 9 月投入运营后，经过将近 2 年时间，不断迭代优化，从基础设施、业务应用、业务融合等多个方面支撑大兴机场平稳运行，具体阶段成效如下：

（一）以信息化为平台，建设完备的基础设施。

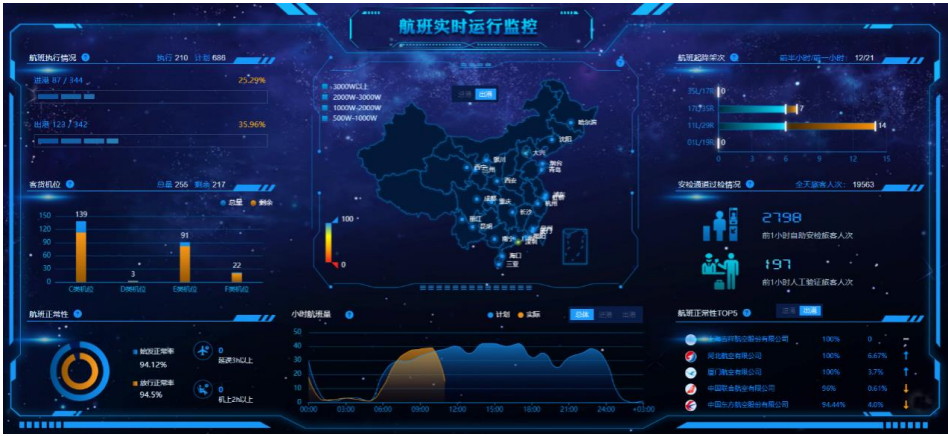
基础设施，打造机场数据底座。建成覆盖全场的 3000 余公里的通信管道；敷设 6500 余公里的通信线缆，建成 185 个信息机房，通过 10000 余台摄像机、4000 多个蓝牙信标、2300 余个无线接入点、600 余套客流采集设备，为各类应用系统提供实时准确的运行数据。

云平台，搭建机场智慧舞台。全面采用云计算技术，构建智能化的云平台，为机场信息系统提供共享的基础运行平台。

高速网络，构建机场中枢神经。由 6300 多台网络设备构成，数据中心网、骨干

网和四张终端接入网为大兴机场构建起覆盖全场的专用高速网络。

大数据，助力机场数据融合。建成智能数据中心，汇集航班运行、旅客服务、安全管理等近百个内外部系统的业务数据，支持大兴机场数据资源的高效管理和深层次数据价值挖掘。



（二）以智能化为基础，构建全面的业务应用。

大兴机场实现全方位、全业务的智能化建设，构建航班生产运行、旅客服务及运行管理、空侧运行管理、综合交通管理、安全和安防管理、商业管理、能源环境、运营管理、货运信息管理等九大业务平台，为机场各业务单元和利益相关方提供实时、共享、统一、透明的应用服务。形成了广泛便捷的协同运行、全面及时的旅客服务、面面俱到的飞行区业务支撑、无缝衔接的综合交通服务、防患于未然的安全管理、数据驱动的商业发展、节能环保的绿色机场、高效协同的运营管理及全面整合的货运物流服务等九大方面成效价值。

（三）以智慧化为目标，促进广泛的业务融合。

多数据集成，实现安全信息智慧联防。将离港控制系统、行李安全检查系统、安防视频管理系统、生产运行管理系统的运行数据与安检信息管理系统进行集成，满足安检人员对旅客及行李信息的查验和处理要求。

多技术融合，打造旅客服务智慧体验。大数据构建机场统一的旅客服务数据库，融合“互联网+”服务平台及高精度定位与增强现实技术，为旅客提供量身定制的航站楼内个性化定位与导航服务。

一张图定位，实现机场全时监察。以地图服务为依托，建成高精度综合定位平台，实时反映机场整体运行态势。

一体化协同，支持运行指挥智慧决策。构建统一信息数据标准，建成开放共享的信息数据平台，为机场、航空公司、地服、空管、联检单位、交管部门等业务相关单位提供智慧决策支持。

（四）以无纸化为感知，打造愉悦的旅客体验。

全流程无纸化出行。率先实现全流程“无纸化出行”，自助值机设备覆盖率达到 86%，自助托运设备覆盖率达到 76%，以人脸识别技术为基础，以数据共享为理念，整合国内、国际旅客流程各节点，彻底打通值机、安检、登机以及离境退税、免税购物、倒流查验等环节。

全流程行李信息跟踪。全面采用 RFID 行李牌，通过离港系统、行李系统、安检系统及航空公司的行李管理系统等多系统共同配合，实现行李全流程 26 个节点的 100%跟踪管理，旅客可以像查快递一样随时查看自己行李的状态和位置。

全流程线上应用服务。建成以 App、小程序、公众号为基础的线上服务平台，基于微服务架构，整合航班、旅客、行李、商业、交通、地图等数据，通过线上方式向旅客提供航班动态查询等服务，覆盖旅客行前、行中，场内、场外不同服务全场景的接入需求。



（五）编制了“十四五”智慧机场专项规划。

为持续推进智慧机场建设发展，大兴机场编制了“十四五”智慧机场专项规划，明确以为大兴机场成为世界级航空枢纽，提供可持续创新动能为**建设愿景**；以建设敏态新基建，构建创新体系，在稳定运行和运维的基础上，用敏捷的 IT 组织和 IT 架构，支持业务高质量发展为**总体目标**，分阶段，逐步实现“双核心双保障”建设体系。

四、案例建设难点

（一）大兴机场作为大型国际枢纽机场，其智慧化建设尚无成熟方法论参

考。

应对策略:在建设过程中,北京大兴机场认真梳理、积极总结,形成了包括智慧机场构建模型、智慧机场业务模型、智慧机场核心技术架构、应用架构和数据架构等智慧机场建设方法。

(二) 大数据时代, 航班、旅客、货运等数据资源既是机场智慧化建设重点也是难点, 为提升数据的准确性、完整性, 需同时解决技术工具问题与管理体系问题。

应对策略:在信息系统建设过程中,同步整理形成了智慧机场数据治理体系,通过应用云计算技术搭建机场运行的大平台、应用大数据技术搭建智能数据分析平台、构建数据服务总线、构建综合交通平台、构建能源环境平台等,实现数据标准化管理和元数据管理,提高数据质量,实现规范的数据共享,进而实现数据价值的最大化,有力支持大兴机场业务运行、管理分析和领导决策,提高大兴机场整体业务运行和管理效率。截止目前,大兴机场在民航局运行数据共享平台的数字化能力排名中长期保持第一。

五、经验与启示

启示一: 以规划设计为引领, 构建“钢铁凤凰”智慧核心。

从大兴机场的经验总结,信息化建设的规划设计阶段,具有举足轻重的作用,也是最终成功实践的重要根本。同时,对系统总体架构的规划在技术先进性和成熟度、技术路线与运营模式的匹配度、总体架构对后期建设运营投入的取舍等方面应明确初步设计的设计原则和接口要求。

启示二: 以新型技术为导向, 打造业务技术“两翼齐飞”。

未来随着以“智慧”为重要特征的新技术的兴起,以信息技术为引领的产业变革势必推进机场乃至民航的智慧化进程。信息化建设全过程应注重业务发展与技术发展趋势的契合,关注核心技术发展情况,对硬件设施、平台方案、软件应用等方面进行多次调整重构。

启示三: 以信息安全为根本, 为常态化运行“保驾护航”。

信息安全工作在大兴机场智慧机场建设规划设计到建设实施的全过程均高度重视,由专业团队负责,以专项工作形式执行。通过物理、网络、系统、应用、安全管理五个维度开展规划,以安全性、稳定性、成熟度为原则开展专项设计,将云平台和网络平台统筹考虑,结合等级保护的安全管理要求,建立塔防式安全架构,实现信息安全态势感知和风险防控。

启示四：全面推行建设运营一体化，为开航投运“筑牢基石”。

建设运营一体化在大兴机场智慧机场建设中体现在三个方面。首先，人员结构上智慧机场建设团队由新机场建设指挥部和大兴机场信息技术人员共同组成，秉承建设运营一体化的思路，从建设期到运营期持续推进智慧机场创建工作；其次，知识转移上从顶层设计到业务规划，从平台建设到资源整合，从技术服务到创新应用，最后到整体运营和服务，技术资料、建设经验、创新成果等均良好承接，极大降低了建设和运营交替产生的技术转移周期和风险；最后，管理结构上建设规划阶段采用项目群机制，在建设实施阶段明确责任和项目边界，贯穿信息化建设过程始终，避免职责不清导致的管理困境。

37 呼和浩特机场-智慧机场旅客服务平台

——呼和浩特机场公司

一、摘要

呼和浩特机场旅客服务平台项目是呼和浩特机场公司为满足旅客需要，以建设“绿色机场、智慧机场、人文机场”为目标，聚焦旅客服务，多部分协调联动，聚焦旅客服务，优化服务资源，集中呼和浩特机场全部服务资源，让旅客收获真情服务，共同推动建设的服务旅客便捷出行的项目。

旅客服务平台以微信为服务入口，为旅客出行提供全流程服务，完善机场常旅客数据，为旅客提供多样化、个性化和丰富多样的出行产品。利用现有系统的业务和数据，以“大数据”为平台，充分挖掘和提炼机场保障环节的数据价值，完善旅客出行体验，提升机场的整体服务水平。

呼和浩特机场2019年旅客吞吐量达到1315.2万，超过航站楼设计的四倍以上。我们面临旅客越来越多，而服务旅客硬件资源严重不足的矛盾。为了更好的服务旅客只能不断牺牲商业资源来增加基础资源，同时我们还要保证非航收入持续增加的盈利问题。建设旅客服务平台我们能把大量面向旅客的服务资源甚至全部的商业资源转移到线上，形成全楼都是商店，全楼都可餐饮的局面。

呼和浩特机场每天进出旅客在四万以上，由于客观条件的制约，机场找不见旅客，总是和旅客擦肩而过，催促登机、航班延误、登机口变更、航班取消等等信息想通知旅客，我们无法精准找到旅客，告知旅客出行信息。我们建设差异化安检、建设人脸登机，便捷旅客，服务旅客，机场没有自己的常旅客资源数据。建设旅客服务平台我们积累旅客数据，更好的为旅客服务，落地真情服务。

二、引言

呼和浩特机场旅客服务平台项目的建设内容包含旅客综合服务平台、旅客数据服务平台、微信应用服务平台及相关软硬件支撑环境等。旅客服务平台围绕旅客出行和旅客全流程服务，从旅客出发前的提醒、查询、预订机票开始，到出行时的交通引导、应急登机预订，到达后的机场停车、行李托运、值机、安检、候机、航班信息推送、行李信息推送、登机、旅客中转、电子商城、中转服务预订等多方面多维度为旅客提供服务。本项目整合了服务数据资源，开展旅客行为抽象的分析记录，初步形成千人千面的旅客画像；关联交通、航司、商业、政府等多方面的大数据，融合视频大数据分析和定位算法。未来将为从呼和浩特机场出发的旅客提供多样化、个性化的服务，提供丰富多样的出行产品。

为了更好的推进旅客服务平台使用，呼和浩特机场公司下发了平台管理办法，

暨《呼和浩特机场旅客服务平台管理办法（试行）》（内呼机场〔2019〕129号），涉及内蒙古民航机场集团公司财务核算中心、商贸公司、餐饮公司和呼和浩特机场市场营销部、航站楼管理部、公共区管理部、航空安全保卫部、信息技术部，明确了各部门职责。

为明确会员积分相关细节，出台了《旅客服务平台常旅客会员积分管理办法》对常旅客积分积累细则、优惠体系、会员等级做出了明确的说明，对不同等级会员享受的具体优惠也做出了详细阐述。

旅客服务平台 2019 年 12 月已投入运行，系统运行稳定。目前“呼和浩特白天国际机场”微信公众号关注人数已有 53661 人，旅客服务平台常旅客已有 23919 人。

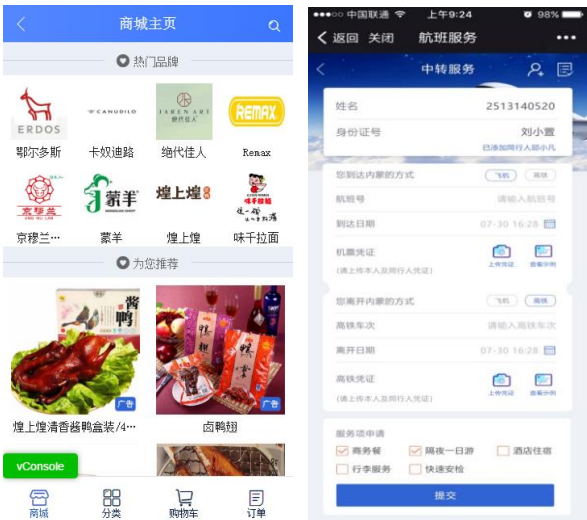
三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

旅客服务平台以旅客的全流程服务为主线，建立统一的旅客服务数据平台，为微信平台、公司官网、APP、微博及未来各类终端、门户展示提供统一的信息出口。

1. 线上商城模块

平台实现机场“商业资源不增加、非航收入不减少、旅客服务不打折”的发展需求。整理机场内部的商业资源，实现“线上线下”同步销售。旅客可以在机场区域内享受线上预订和航站楼内的线下配送，还可以在线选择导购、支付、卡券、积分兑换、售后等服务。在航站楼候机的旅客，可以实现线上订货、线上点餐、登机口提货、邮寄到家服务。在有效控制商业规模的情况下，平台可以对旅客消费渠道进行统计分析，优化商业布局，完成商户业态、财务、营销的综合管理，实现商业性非航收入的增加。旅客服务平台商业功能的全面开发，将在航班高峰期和航延情况下，通过商业服务推送功能分流旅客，缓解航站楼内的运行保障压力，进而促进机场非航产业的健康发展。



2. 中转服务模块

平台提供中转服务预定功能，实现区内旅客、国内中转旅客（经呼飞）中转服务的自助化。机场为中转旅客提供的服务一般包含有免费住宿、免费餐饮、免费接站、免费旅游等等；旅客可以通过线上服务下单预定，之后可查看订单状态，后台可以确认订单接收情况或折扣内容。平台将实现中转服务的自由选择，并且整合中转流程，积累中转预约数据，根据中转常旅客信息，优化机场“经呼飞”中转服务提供参考依据。

3. 交通出行方面模块

平台整合机场出租车、机场大巴、公交等交通出行方式。旅客可以通过旅客服务平台享受线上购买机场大巴车票、查看机场大巴实时位置、查看出租车数量、预订出行车辆、线上租车、查看公交车辆信息等服务。将各种出行数据反馈于旅客服务平台，便于机场管理方统一调度，也为旅客出行提供更好的服务。





平台通过视频监控系统对航站楼进行人流统计，展示机场实时人流分布图；对异常聚集、异常奔跑等行为进行捕捉，进行后台警示，实现航站楼管理的智慧化。

4. 机场常旅客积分体系模块

旅客关注微信公众号后，享受机场提供的各项服务将会产生积分累积，注册为常旅客并完善个人信息后，旅客积分可以使用机场提供的各项服务。

The screenshot shows two parts of a mobile application. The left part is the '会员中心' (Member Center) for a user named '白塔卡' (Baita Card) with a score of 20. It shows a progress bar for levels V1 to V4, with a goal of 1480 points for the next level. Below are '积分获取' (Score Acquisition) methods: daily check-in (+10 points), uploading a photo at arrival (+300 points), automatic points on departure (+800 points), and automatic points on consumption. A '积分兑换' (Score Redemption) button is at the bottom. The right part is the '安检预约' (Security Check Booking) form, which includes fields for '旅客姓名' (Passenger Name), '手机号' (Mobile Number), '预约时间' (Booking Time), and '购买数量' (Purchase Quantity). It has a '在线支付' (Online Payment) option and an '申请预约' (Apply for Booking) button. A '快速安检说明' (Fast Security Check Instructions) section is at the bottom right.

5. 预约安检模块

预约安检采取付费或冲销会员积分的形式进行消费，对于商务旅客、时间观念强的旅客具有使用的价值。旅客可以通过移动客户端在旅客服务平台进行安检服务预约，旅客凭预约安检消费二维码在专用旅客通道进行安检，无需排队，节省安检排队时间。

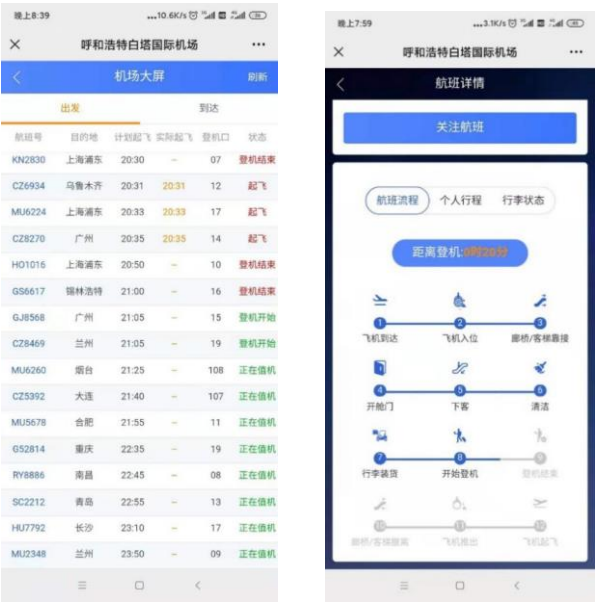
旅客服务平台以现有的信息化系统为基础，充分使用生产系统采集的保障数据，融合安检信息系统数据、旅客购票数据实现对现在的、历史的、分散的业务数据进行钻取和整合，充分利用现有资源，为旅客服务平台提供数据支撑，建立统一的数

据接口，为实现呼和浩特机场的智慧化发展探索经验。

（二）阶段成效介绍

1. 航班详情模块

旅客服务平台搭建机场大屏模块，整体分为航班流程、个人行程、行李状态，航班流程进行了精细化状态展示，从飞机到达、飞机入位、廊桥\客梯靠接、开舱门、下客、清洁到行李装货、开始登机、登机结束、廊桥\客梯撤离、飞机推出、飞机起飞，以 12 个节点分段，使旅客能够事无巨细的了解到航班的当前状态，合理规划出行安排；个人行程同样形成流程节点，从值机开始、座位号、值机时间、安检通道口、到安检时间、登机口，以个人角度考虑出行流程，为旅客提供方便；行李状态栏是为了给旅客提供行李实时状态，分为行李分拣、待装机、已装机三个节点，旅客出门在外，时刻都可以了解自己的行李目前处于何地、何种状态。机场大屏模块为旅客提供出行关注的核心点信息，令其能够放心出行、智能引导规划出行步骤。



2. 失物招领模块

平台实现对遗失在机场航站楼的物品进行信息化管理，记录跟踪物品招领全过程。通过旅客信息库进行匹配验证，准确判断失主，避免错领、冒领等现象，保留领取相关凭证。同时提供失物的代邮服务支撑，详细记录失主的姓名、联系方式、邮寄地址等信息，需要旅客签订免责协议并对邮寄的时间节点、快件信息进行发布，便于失主跟踪邮寄状态。支持以模糊匹配方式快速查找遗失物品，可通过遗失物品的分类显示该物品的部分特征，设定遗失物品特征库，比对部分特征，重要特征需要加密显示；支持特征设定、查找；支持快速比对；支持物品特征后台人员分类分级录入。

民航局下发了《关于开展 2020 年 “民航 服务质量品牌建设” 专项行动的通知》（局发明电[2020]910 号）。呼和浩特机场作为首批“建设先行示范单位”，于 2020 年对接中国航协“民航旅客遗失物品全国统一查询平台”，将旅客服务平台中失物招领数据信息向航协提供。



3. 机场详情模块

机场详情模块将机场业务数据进行综合展示，包括机场天气情况、航班延误情况、安检候检人数、出租车等待数量、wifi 连接人数等功能。该模板不同内容有不同应用群体。如机场出租车司机和乘客就非常关注出租车等待数量。

四、案例建设难点

（一）旅客服务平台管理难点。

旅客服务平台是整合呼和浩特机场所有资源，因为机场工作各分管部门分管内容不同，包含航班保障信息、中转旅客信息、失物招领、停车、安检、餐饮、商贸等全部面向旅客服务业务，涉及内蒙古民航机场集团公司财务核算中心、商贸公司、餐饮公司和呼和浩特机场安全质量部、市场营销部、运行指挥中心、航站楼管理部、公共区管理部、航空安全保卫部、信息技术部等几乎所有部门，协调各个部门专人给旅客服务平台提供标准制定、服务支撑、技术支持，需要极大的沟通协调成本。需要明确各单位管理职责，统一步伐、协调一致，共同推进旅客服务平台提供服务。

应对策略：为推进旅客服务平台进展，呼和浩特机场公司发布《呼和浩特机场旅客服务平台管理办法（试行）》，规范旅客服务平台的管理，明确旅客服务平台信息发布、服务信息更新及工作管理权责，推进机场各个部门共同推进旅客服务平台运行，切实为旅客提供全面、准确、便捷、多样的服务信息，提升旅客服务体验。

各单位统一思想、明确职责，从维护旅客利益出发，及时、主动的解决运行期间的服务问题。

（二）旅客服务平台对外对接接口较多。

旅客服务平台是对接航班动态信息接口、航班保障信息接口、车流量统计信息接口、停车场空余车位信息接口、停车缴费接口、航站楼 WIFI 信息接口、机场大巴信息接口、安检区候检人数信息接口、线上支付接口、安检信息接口等大量接口，其中涉及生产网、办公网、互联网、银行专线等多个网络。呼和浩特机场没有建设系统总线，如何安全的采集传输数据是建设过程中一大难点。

应对策略：确保网络信息安全为前提，合理规划旅客服务平台网络结构，分网络设置安全设备，规划路由数据，采用高可用的网络结构，实现数据安全可靠传输。同时应各系统管理部门的不同，为保障接口的顺利进行，各部门戮力同心，保持思想一致，依据管理办法，共同推进接口的顺利对接。

（三）旅客服务平台稳定运行。

旅客服务平台是对外运行平台，涉及机场服务、常旅客信息、旅客订单、会员积分、银行结款等多项敏感信息。根据机场实际情况，在设计之初需要评估呼和浩特机场可能使用的资源级别，需要评估旅客访问数量级。评估大了，导致硬件投资激增，评估小了，较多旅客同时访问时，资源不够，导致平台访问失败。保证平台稳定运行是整个项目的核心问题，也是设计之初最需要解决的难题。

应对策略：旅客服务平台信息安全是平台运行的底线。选择合适的网路出口带宽资源，评估合理的旅客并发访问数量，采用科学的架构体系，分配合适的资源来保证平台稳定运行。同时为了确保信息安全，旅客服务平台开展系统压力测试，出具压力测试报告，开展信息系统等级保护定级、测评工作，依据测评结果与项目开发单位做好整改工作，为平台的平稳运行打好基础，创造条件，做好网络信息安全工作。

（四）旅客服务平台推广较为困难。

旅客服务平台推广较难。机场没有旅客购票数据，没有旅客前端航程、后续航程的数据，平台目标旅客较难精准定位，仅仅依赖航站楼内的推广力度有限，并且多数旅客为一次性出行，难以形成常规旅客，旅客习惯培养难度较高，并且作为互联网项目，拥有互联网项目推广的通病，需要大量推广资金。

应对策略：面对此种情况，旅客服务平台建设依托于微信公众号，避免客户端下载，降低推广难度，实现平台登陆的零门槛。积极与互联网推广团队合作，分析用户习惯，精准定位目标旅客。与运营商合作，对进入航站楼范围的旅客发送欢迎短信，引导旅客关注公众号。合理转移中转业务，中转旅客由线下凭登机牌现场申

请，改为提前线上申请，后台审核，现场扫码核销享受中转服务。

五、经验与启示

启示一：制定管理办法是推进平台运行的根本保证。

为推进旅客服务平台进展，呼和浩特机场公司发布《呼和浩特机场旅客服务平台管理办法（试行）》，规范旅客服务平台的管理，明确旅客服务平台信息发布、服务信息更新及工作管理权责，推进机场各个部门共同推进旅客服务平台运行，切实为旅客提供全面、准确、便捷、多样的服务信息，提升旅客服务体验。各单位统一思想、明确职责，从维护旅客利益出发，及时、主动的解决试运行期间的服务问题，避免投诉升级，以便实现平台的使用、维护、推广。

启示二：尽早确定常旅客积分规则是平台运行的重要一环。

旅客信息包括常旅客信息（会员）和普通旅客信息。常旅客是指在旅客服务平台进行身份注册的旅客。普通旅客是指关注呼和浩特白塔国际机场微信公众号的旅客。

常旅客管理办法需要优先确定，确定越早，影响越小。

呼和浩特机场常旅客积分中出港积分通过安检系统自动累积，进港积分通过旅客上传登机牌图片进行人工累积，线上商城消费积分通过系统自动累积，基础积分分为进港航段、出港航段，航线积分分为区内航线、重点航线、其他航线，空空中转旅客积分。不同会员等级旅客享受不同的停车券、商务安检通道服务、头等舱休息室服务、贵宾室服务、优先登机服务等贵宾会员特权。

启示三：旅客服务平台信息安全是平台运行的底线。

旅客服务平台开展系统压力测试，出具压力测试报告，开展信息系统等级保护定级、测评工作，依据测评结果与项目开发单位做好整改工作，为平台的平稳运行打好基础，创造条件，做好网络信息安全工作。

启示四：找见旅客是旅客服务平台推广的主要目标。

旅客服务平台开始小范围推广，同时联通、移动运营商开始针对旅客发送推广短信，航站楼 WIFI 开始进行推广关注。业内相关产品较多，航旅纵横、非常准、航易行、携程等都有各自优点和推广渠道。呼和浩特机场旅客服务平台没有旅客购票数据，没有旅客前端航程、后续航程的数据，只有本场旅客办理值机以后的数据，导致缺失最开始最关键的信息，旅客使用效果不佳。为弥补先天缺陷，呼和浩特机场公司在首都机场集团的支持下，整合首都机场集团范围内旅客服务功能的微信公众号，将呼和浩特机场旅客服务平台数据与首都机场集团开放共享。

38 杭州萧山机场-智慧大数据项目云数据中心建设项目

——杭州机场公司

一、摘要

数据基础是智慧机场建设的重要支撑，杭州萧山国际机场从实际发展出发，结合业务需求，按照统筹规划、分级建设、逐步完善的建设策略，建设了杭州机场数据中心系统。经过多年发展，杭州机场已实现对各领域信息资源的整合，充分发挥和挖掘数据资源的潜在价值，提供面向生产保障、旅客服务、安全运行、商业分析和经营管理等多维度分析和实时运行态势展示的各类应用。这些以数据为基础的应用在实现对机场运行状况的实时掌握、对经营管理的深入分析等方面发挥重要作用，杭州机场已经具备大数据应用的基础。

随着云计算、大数据等新技术的发展，大数据应用已不限于基本的数据分析能力，更应朝着预知预警、人工智能方向发展。杭州机场正值三期工程建设阶段，在现有数据中心基础上，依托云计算平台，打造更安全、更灵活、更智能的云数据中心是杭州机场三期工程智慧机场项目的重要内容之一。

二、引言

杭州机场对数据资产的价值较为重视，在“十一五”期间，为解决各应用系统间点对点接口复杂、不灵活的问题，机场建设了数据总线。从此，经数据总线上流过的数据便保存了下来，建成了杭州机场数据中心 1.0。此时的数据中心主要用户对象是指挥员级以上管理人员，解决了办公桌上生产和管理两台电脑的问题。

之后，机场数据中心不断接入新的信息系统，数据种类不断丰富。至 2015 年，杭州机场建成决策支持系统（数据中心 2.0），已实现绝大部分信息系统的数据接入，数据种类涵盖航班、旅客、安检、物流、商业、交通、企业管理等领域，数据中心已经具备数据跨领域综合分析的能力，为机场大数据应用的夯实了基础；随着移动互联网的发展，杭州机场还利用微信公众号、企业微信、移动办公等平台建设了手机端的相关数据应用。此时数据中心的主要用户对象包括了公司各级管理者、职能部门、业务经营者等等，可以根据不同的岗位需要随时定制页面和数据，展现方式多样，并且具有了移动端页面，方便随时查看关键指标数据。此时大数据应用在数据种类和数据应用程度上均在业内处于领先水平。

但是，近几年机场同行在数据应用方面都有较大投入，发展都很快，很多方面的应用已经显现出超越，杭州机场数据中心需要有一个新的迭代产品。依托云计算平台，杭州机场正在打造一个更智慧、更丰富的大数据应用平台（数据中心 3.0）。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

自 2018 年杭州机场三期建设工程立项起便开始规划杭州机场智慧大数据项目，是智慧机场建设的重要内容。在充分梳理总结机场数据中心成果的基础上，智慧大数据项目明确了项目的目标、实施内容、实施方式、云数据中心与原数据中心的关 系、未来发展定位等方面的思路。项目按三期工程信息弱电系统建设进度要求开展，目前已完成招投标工作，处于项目研发阶段，预计 2022 年上半年正式上线运行。

1) 智慧大数据项目的核心是云数据中心，目标是打造成为杭州机场的“机场大脑”。这个“大脑”不是偏科运行、经营或管理等的小脑，应该是机场的百事通（数据）。

2) 智慧大数据项目的实施内容包含硬件和软件。硬件方面采用了云计算平台，硬件的灵活性、稳定性、可扩展性将更强。软件方面的数据类型不在局限于传统结构化数据，应能包含人脸、地理信息等更广泛的数据应用。

3) 项目以三期工程建设方式开展，实施中需要以项目培养锻炼自己的研发力量。数据应用需求将会是长期的、随机的，必须具有自主完成部分独立研发的能力。

4) 原有数据中心由于涉及互联的应用较多，且有一些已较久，实施接口改造的难度较大。本次项目原数据中心保留，以整体对接方式接入云数据中心。在未来对老应用更新改造过程中逐个、逐步接入云数据中心。

5) 云数据中心的定位就是一个数据的资源池、是一个算法的核心。是一个默默的军师。

（二）阶段成效介绍

1. 部分已应用的成果介绍

（1）航班类应用

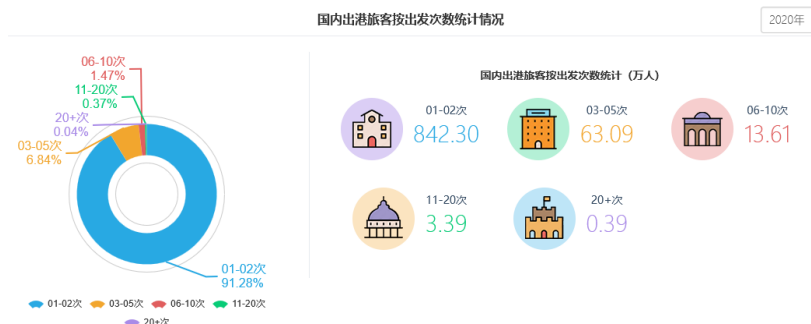
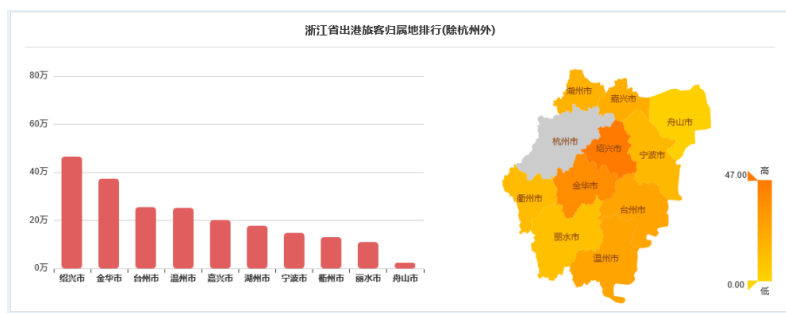
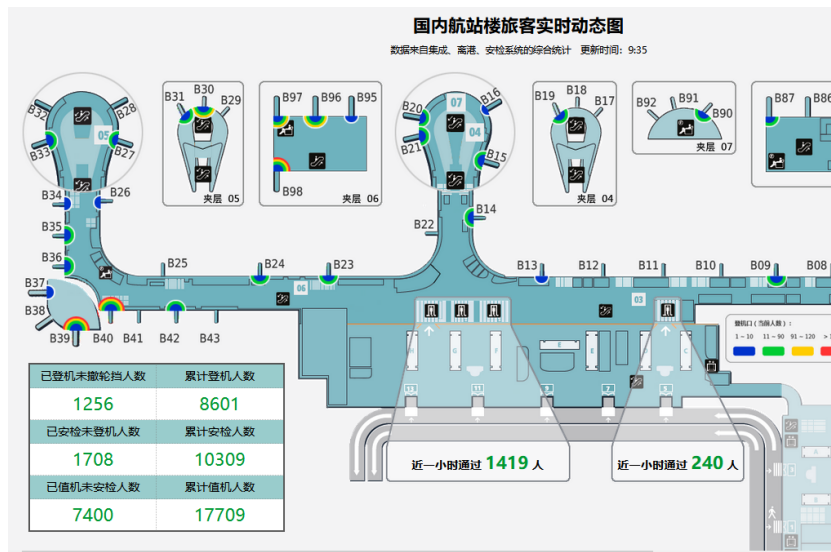
主要包括航班数据大屏展示、当日航班运行情况一览、航班延误情况、航路放行情况、航班查询、微信客户端的航班运行一览、航班信息提醒、向省市旅游交通等部门信息发布等等。这些信息为各级管理人员随时随地掌握机场运行情况提供了及时准确的信息服务，为旅客提供准确的航班信息。



(2) 旅客类应用

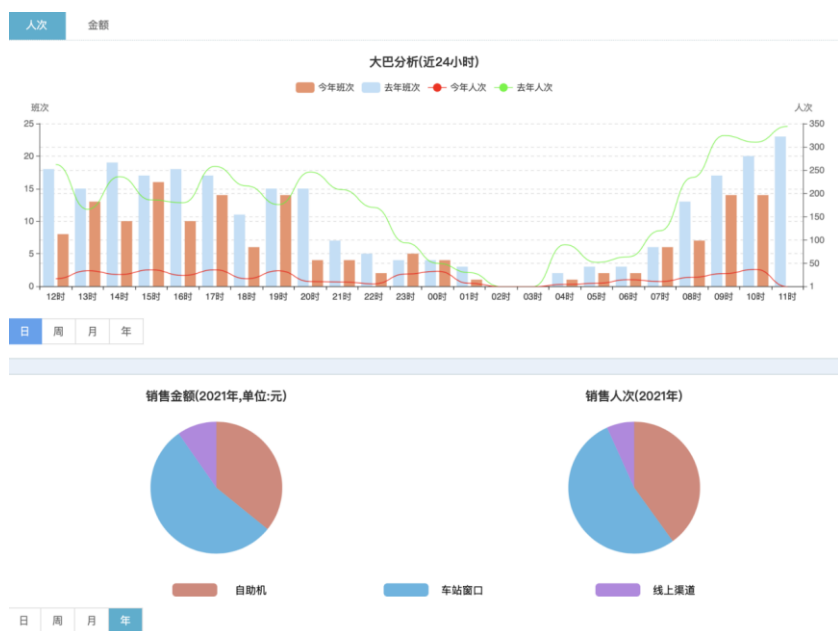
旅客类应用主要包括旅客在航站楼各区域的动态分布、高峰小时人数、安检通道人数、乘机人数统计、旅客年龄结构分析、性别结构分析等等，这些应用为航站楼服务、市场开发、城市航站楼建设等都提供了有力的数据支持。





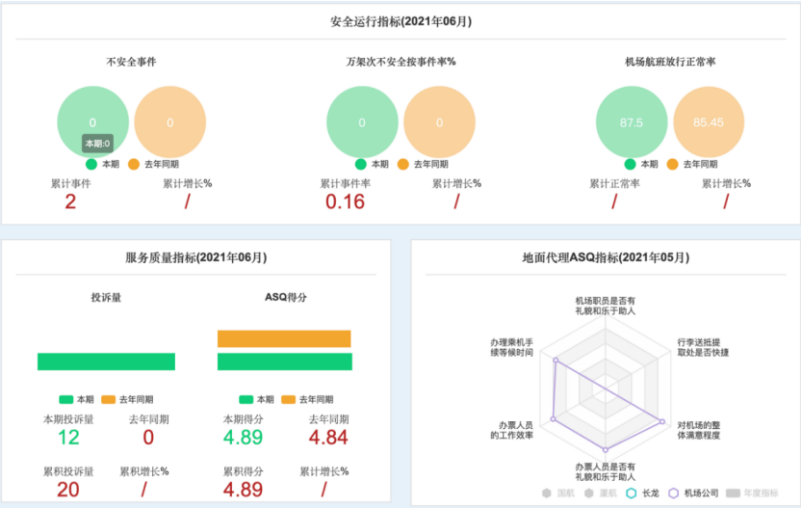
(3) 经营类应用

经营类应用整合了机场三大业务指标统计、商业 POS 信息、停车场管理信息、商贵管理信息、机场巴士信息等业务数据，对暂无法接入的经营项目提供了手工数据维护功能。通过经营类应用能使管理者随时了解企业经营情况。

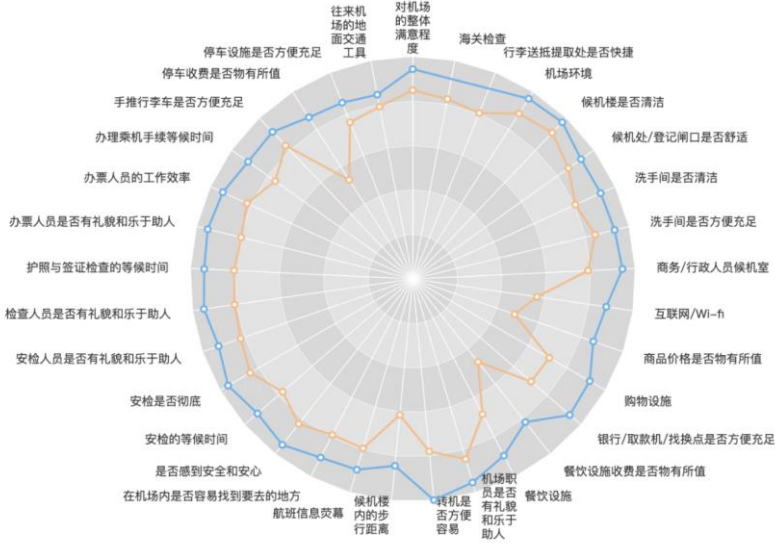


(4) 管理类应用

管理类应用包括了公司财务指标、安全指标、服务指标、ASQ 指标、能源指标等管理信息综合查询功能，员工服务方面利用机场微门户实现工资查询、班车信息服务等便民应用，还建立了公司各信息应用系统的统一身份认证信息库。通过整合管理类应用打通了公司管理领域内系统小而散的局面，使各类应用形成了统一的整体。



ASQ月报数据(2021年06月)





(5) 数字驾驶舱

就像驾驶员面前的一个仪表盘，可以让决策者随时随地了解机场各领域的实时数据，从而实现“数据一屏展示、指标一屏分析、场景一屏透视”

建设一体化的数字平台，就是要将数字驾驶舱作为业务协同的核心载体和操作界面，将办公 OA、实时动态数据等业务多端化、协同化、实战化，提供一站式的数字系统解决方案。



2. 部分正在建设中的创新项目介绍

(1) 数字孪生机场

最近流行这么称呼，之前称作为三维可视化。这是在规划云数据中心内容时就已经考虑作为重点实施的内容之一。简而言之就是为机场建一张三维的实景地图，在实景地图上叠加各类数据以实现所见即所得的运行管理。在这样一个应用中，如果

完全由一家实施是不现实的，因为叠加的数据各种各样，来自于各个不同的应用系统。假如没有一个统一的数据提供商，数字孪生机场就需要跟各系统一个个的对接数据，复杂且工作量大。数据中心就起到了这个数据提供商的角色，让数据对接变得简单规范，缩短开发周期。这时云数据中心发挥的就是数据资源池的作用。下图是杭州机场数字孪生机场构想图。



(2) 智慧引导

目前航站楼内旅客引导的信息显示屏通常是广而告之型（如航班显示屏），对旅客个人来说大多数是无用信息，因为他需要的是从一堆无用信息中搜索出只属于自己的一条有用信息。已经有越来越多的机场意识到这个问题，在补充安装智慧引导屏。智慧屏的作用是用一种更醒目的版面方式将重要信息（如催促）有针对性的推送到前端，起到强化提醒的作用。

假设这样一个场景：有两名旅客在餐饮区，他们的航班在催促登机了。如何找到他们并发出提醒？在一个聪明的航站楼中需要用到几个“器官”，一用大脑（数据中心）算出还有两位旅客未登机，是哪两位；二用眼睛（人脸摄像头）找到他们；三用大脑（数据中心）想好要说的话；四用嘴（区域广播）或手写（旅客周围显示屏）通知旅客。这个过程中，数据中心发挥了重要的运算核心作用，并且协调了摄像头和显示屏的功能联动，这是任何一个器官都无法独立完成的。

以上仅是举了几个场景应用的例子，依托云数据中心的应用还有很多。

3. 阶段性成果及示范性、先进性

全面提升旅客出行体验、提高机场运营效率是机场数字化转型的终极使命。杭州机场基于“云数据中心计划”，经过多年探索与实践，不断升级智慧机场全场景解决方案，建立高效灵活的云平台，在提升处理效率的同时简化管理，构建弹性伸缩、共享共治的机场数据平台，给机场运营提供更高效率的数字化支持，体现出应用广、历史久、数据全、创新快等特点。

智慧蓝图为引领。杭州机场按照数字浙江、智慧杭州、数字赋能的要求，以“打造全国最智慧机场”为目标，通过“统筹规划、分级建设、逐步完善”的建设策略，率先开展“数据中心”建设探索。目前杭州机场数据中心衍生的应用项目服务于机场内部 23 个部门、外部 8 家单位，为 40 余个系统提供数据接口。数据服务范围涵盖各业务领域，数据中心自身数据呈现载体包括 PC 端、移动端、大屏端等，实现各类报表近千张。

运行数据为基础。数据是智慧机场建设的重要基础，杭州机场数据有着“历史久、数据全”的特点，为智慧化建设提供了宝贵的数据资源。一方面，杭州机场数据中心从 2008 开始数据积累，至今已保存了 13 年的本场数据，在全国机场中能有这么久的历史数据的不多。另一方面，杭州机场已实现对各领域信息资源的整合，数据类型涵盖生产、服务、安全、管理、经营、交通、物流等七大领域，同时也与外部飞友、阿里、电子口岸等单位实现对接，是一个综合性的机场大脑，在全国机场中如此高度数据集中的数据中心不多。

技术更新迭代为支撑。行业内外智慧机场的发展越来越热，各项新技术在民航行业发展迭代越来越快，在这个过程中杭州机场智慧机场建设不断深化完善。通过积极应用人工智能、物联网、5G、数字孪生等新技术，实现了机场数据总线（数据中心 1.0）、决策支持系统（数据中心 2.0）、大数据应用平台（数据中心 3.0）的更新迭代，向复合型区域枢纽智慧机场迈进。

四、案例建设难点

（一）数据规范的治理。

数据治理应结合机场业务场景以及航空业特点，在机场内部建立一套标准的数据模型，并严格按照机场的数据标准与数据模型对数据进行转换，以保证数据的唯一性、正确性和完整性。这不是单纯技术的堆砌，需要深入业务，理清业务逻辑，协调多个部门围绕不同的业务链，进行数据溯源。由于数据治理需与业务紧密结合，参与数据治理的人必须要精通业务，而数据又涉及到机场的方方面面，选一支好的队伍是一个较大挑战。

应对策略：针对数据规范性原因导致的数据一致性问题，杭州机场组建专班，开展业务梳理，通过规范数据源和统一数据口径等方法进行数据治理。后续还要进一步建立维护数据质量、加强业务协同等方面的管理制度。数据治理会是一项常态化的工作，必须长期坚持。

（二）数据资源的获取。

数据资源就好比知识书本，学得越多越聪明，数据中心建设难点在数据，由于一些限制和壁垒，无法获得这些数据，会导致很多好的场景应用无法实现。但是，

随着时代进步，一些壁垒终将会打破。

应对策略：一方面机场积极争取对接获取更多的数据资源，另一方面需要政府与行业主管等部门支持协调解决一些政策壁垒方面的问题。

（三）建设与运行的平衡。

本项目虽对原数据中心系统的架构、系统、应用进行了升级，但为了确保原数据中心的正常运行，在系统正常迁移、新老系统数据同步，业务应用不中断等方面需要合理规划。因此本项目并没有完全一次性替换老系统，就会存在整体替换完成的周期较长的问题，在较长一段时间内也还需要同时保障两套数据中心系统均可使用。

应对策略：针对改扩建中的新老系统衔接，机场制定切实可行的实施方案，分步实施，避免建设因素引起的运行安全问题。

五、经验与启示

启示一：尽早建设数据中心。

杭州机场数据中心的一大优势是数据历史较久，数据库中 2008 年的航班数据仍能找到，这是非常有价值的资产，相信很多机场已经没有那时的航班时刻了。越早建设越有利于保护数据历史，无论从资产保护还是实际应用角度而言都是非常有意义的。在进行诸如趋势预测方面的应用上也是需要历史数据作为支撑的，可以更好的发挥大数据的价值。

启示二：数据量越多越好。

有时我们还在讨论哪些数据该接入，哪些数据没有用的问题。其实无须思考这个问题，数据应该“能收尽收”，今天没用不代表明天没用，今天不收明天就没得收了。这与数据治理也是不矛盾，数据治理定的是谁是主数据，至于副的可以很多个。

启示三：数据交换要定标准。

为了实现“能收尽收”，我们什么输入都要；但是为了规范应用，我们输出应该有标准。统一的服务订阅能够很好的管理数据应用，能够不依赖定制，实现快速开发。

启示四：注重数据质量管理。

数据能够发挥越来越大的价值，因为它不会作假。一旦数据不可信，成为“整天说谎的大脑”，也就失去了存在的意义。平常要注意数据质量的维护，包括数据及时性、数据正确性、数据关联性等，这也是数据治理的基本要求。

39 青岛机场集团-智慧机场建设项目

——青岛国际机场集团有限公司

一、摘要

青岛胶东国际机场属于迁建机场，相应信息弱电系统均需重新建设。青岛机场在民航局及各级政府、行业主管部门的领导下，以民航局“四型机场”建设行动纲要及导则等规范性文件为指导，以“智慧胶东机场”信息化规划为纲，以支撑胶东机场“打造‘国内领先、世界一流’的东北亚地区国际型区域航空枢纽机场，面向日韩的门户机场”的定位为目标，通过完整的、细致的规划、设计、实施、调试、演练等全流程管理，充分运用云计算、物联网、移动互联、大数据、人工智能等先进技术，完成 75 个信息弱电系统的建设，建成智慧运行、智慧安全、智慧服务、智慧管理、智慧交通等“五大智慧”，全力打造“简单、舒适、更懂人”的智慧机场，为青岛机场转场、转型及高质量发展提供精准、高效、坚实的信息化支撑。

二、引言

“智慧机场”是机场的“神经系统”，为机场运行、安全、服务和管理提供专业化支撑。青岛胶东机场智慧机场建设始于 2014 年的编制的《“智慧胶东机场”信息化发展中长期规划（2014-2025）》，明确“5-3-6”的信息化战略，即“运用五域七化，支撑三位五特，达到六佳体验，实现智慧机场。”在此指导下，2015-2017 年完成设计及招标工作，2018 年进入全面实施阶段，并紧跟技术发展方向与新机场业务需求，对各信息系统进行进一步优化提升，同年 12 月，青岛机场智慧机场建设项目获批民航局“四型机场”示范项目；2019 年，完成航站楼主流程系统联合调试；2020 年 6 月，完成胶东机场信息弱电工程竣工验收工作；2021 年 3 月，完成胶东机场行业验收工作，开始系统演练及转场准备工作，有力的保障了胶东机场 4 次综合演练、6 次周演练工作。

在整个过程中，青岛机场坚持遵循信息化建设的客观规律，按照信息化发展的趋势，以民航局“四型机场”建设规范文件为指导，对标国内先进机场，对已建设的系统不断进行迭代提升，以“解决行业难题，突破集团管理瓶颈，提升运行效率，降低运行成本”为着力点，全力打造舒适、便捷、以人为本的高品质机场，实现智慧运行、智慧安全、智慧服务、智慧交通、智慧管理等五大智慧。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

目前胶东机场智慧机场建设项目已完成包括基础弱电、云计算数据中心、数据

交互、应用系统及各类前端设备等所有建设内容，并通过竣工验收及行业验收，各系统已完成外部数据接入及内部功能运行，在生产环境下处于正式运行状态。目前正在开展系统应急演练、隐患排查整改等工作，为胶东机场“一夜转场”做好充足准备。



（二）阶段成效介绍

在云计算数据中心方面，共建设 500 余台服务器及存储设备，其中 85%业务实现上云，实现对资源的统一池化管理，目前共部署系统 40 余个，虚拟机 550 余台；同时建设“4+1”数据交换平台，目前已接入机场建设的所有系统，15 个外部单位系统，消除了数据孤岛，实现全业务、全板块数据互联互通，为机场数字化转型奠定基础；

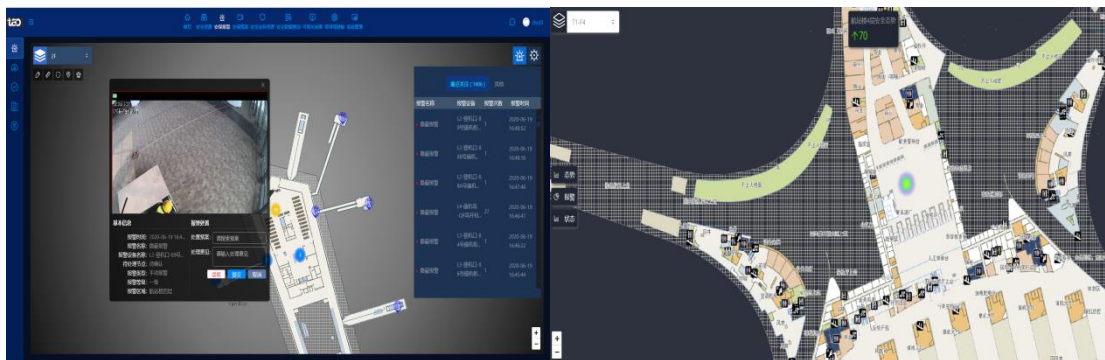


在智慧运行方面，建设生产运行平台系统、生产运营系统、航显系统、广播系统、离港系统、站坪无线调度系统、货运综合管理系统、安检信息管理系统、泊位引导系统等，通过对航空器、旅客、行李、货邮等保障对象和保障人员及车辆的自

动感知、定位、追踪，实现航班信息的自动获取、资源的自动分配、人员的科学调配、车辆的智能调度、费用的自动结算，达到对生产运行各环节的智能化监管、流程控制、运行调度和工作协同的目的。

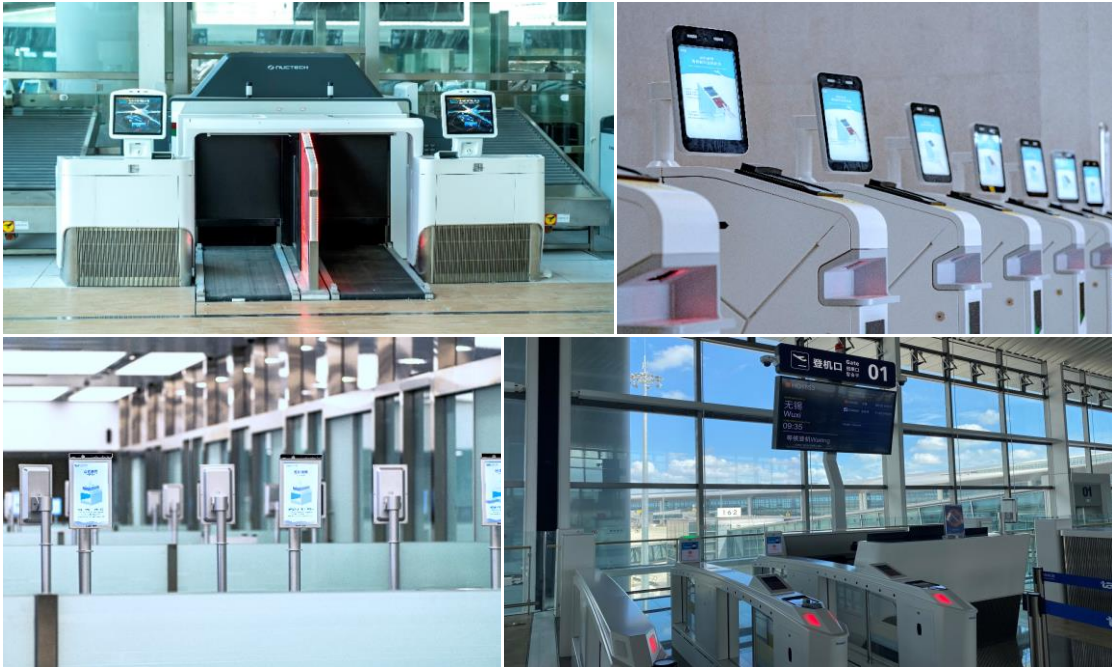


在智慧安全方面，建设有安全防范系统、控制区管理系统、周界防范系统、机坪监控系统、全景视频监控系统等，分别在视频监控、隐蔽报警、电子巡更、防入侵探测、门禁管理等方面进行管控，实现航站楼、飞行区、货运区等重要部位的安全管理。在此架构之上，建有安全管理平台，对安全类系统进行信息集成及数据资源整合，接入 19 个安全相关系统，121 项各类安全类数据，构建机场安全大运控和安全信息集成管理的大平台，实现对空防区域的全覆盖，构建一张完整的机场空防安全网络。



在智慧服务方面，建设服务运行平台、移动服务体验系统、商业管理系统、门户网站、呼叫中心系统、贵宾服务系统、中转服务系统、自助服务系统等内容，实现“线上、线下”服务两条线。在线上，通过官网、APP、微信公众号及小程序等，为旅客提供网上值机、停车缴费和预约、商业导视、贵宾预约、特殊旅客预约、室内导航等 13 项线上服务功能，减少了旅客现场办理预约排队时间和寻路困难询问时间；在线下，建设了自助值机、自助行李托运、自助预安检闸机、自助安检验证闸机、一体化安检通道、自助查询终端、自助登机闸机等共计 263 台（套）自助设

备。旅客在值机、安检、随身开包和登机时，系统通过人脸识别技术，实现了旅客全流程的自助和刷脸出行，便捷了旅客出行，缩短旅客等候时间，降低机场运营成本。



在智慧管理方面，建设经营决策分析系统、综合管理平台、人力资源系统、物资管理系统、财务管理系统等内容。其中经营决策分析系统实现机场全域数据的统一收集、清理、分析，以构建机场全域数据资产体系为基础，深挖数据价值，设计并建立了包括三大核心指标、航班、旅客、物流等 10 核心管理主题、260 张管理报表、1000 余个指标组合的大数据分析平台。目标服务于机场的多层级管理应用需求，提供实时、及时、准确的数据支撑，提高管理效率，优化服务能力，为机场数字化高速发展提供多方位保障。





在智慧交通方面，建设地面交通综合运营管理系统、停车场管理系统、网约车出租车管理系统、巴士运营系统、长途站务系统、旅客信息发布系统等内容，以陆侧交通协同管理、旅客高效换乘为目标，融合高铁、地铁、公交、大巴、网约车、出租车、长途客运、私家车等多种交通方式数据信息，构建机场综合交通运行管理大平台。目前已实现与交通局、交警等部门实现高速、公交、出租等 5 种交通方式数据对接，完成 20 余个内外部系统、71 项指标数据的接入，实现日常排队过长等 17 类异常事件的自动预警，大客流应急情况下多交通方式提前运力调配与高效协同。



四、案例建设难点

（一）智慧机场产业生态与机场和旅客需求有较大差距

青岛机场智慧机场涵盖生产、安全、服务和管理等四方面，提出了世界一流、国内领先的目标，坚持以人为本，但在产品选型、信息和系统集成方面能满足机场要求的厂商和软件实施单位太少，软硬件企业壁垒太多，给技术实现带来较大困难。

应对策略：建议民航信息化建设加强“引进来、走出去”，充分借鉴行业外产业资源力量，赋予行业内安全、运行、服务业务要求，统筹开展信息化实施工作。在

做好牵总的同时,细致研究具体应用产品及设备特点,做好资源及授权等冗余工作。

(二) 规范或标准未涵盖智慧机场全生命周期

通过摸索,民航局全面更新和发布了许多新的规范和标准,但缺乏统一从规划、设计、建设、验收、运维全生命周期设计,比如在综合布线建设上有民航机场自己的特点,现有规范无法满足要求航站楼需求;运维阶段对于备品备件的设计未做明确要求,建设和运维缺少依据,不利于系统稳定。

应对策略:建议针对信息弱电工程建设、投用、运维进行统筹规划设计,明确贯彻总体全生命周期管理理念的基础上,针对信息化建设各层次内容进行细化,并形成行业标准或规范,指导智慧机场持续性建设。

五、经验与启示

启示一：统筹全场信息化架构设计，明确各类系统、数据的建设与接入标准

随着机场各项业务对信息化支撑需求的不断增多,各部门及业务领域都有大量的信息化项目建设需求。同时也存在各系统建设时间不一致、业务成熟度不一致、数据及资源需求不一致的情况,这就要求机场统筹谋划整体信息化架构设计,制定明确的信息系统建设标准、数据标准、交换标准等规范内容,所有信息系统建设均需遵守上述标准执行,避免出现信息化建设各自为政、野蛮生长局面。特别是对于5G、物联网应用等先进技术层面,更应提前做好建设规划。

启示二：项目建设过程中充分考虑技术先进性与业务匹配性关系，以支撑业务、成熟可靠、适度超前为原则开展信息化项目建设

信息系统建设应以满足和适度引领业务需求为目的,坚决摒弃为追求技术先进而盲目立项系统建设,做到建设、管理充分融合。在整体需求不明确时,应着重于总体架构及基础平台方面,制定标准规范;在业务需求及使用主体不明确时,应着重于业务需求及流程研究,坚持成熟一个建设一个,避免造成后期系统大量变更,甚至放置不用。

启示三：在项目建设过程中同时注重专业性与综合性人才培养

信息化项目建设过程是培养信息化人才的良好机会。除了培养云计算、网络安全等各领域专业性人才外,同样需充分培养懂技术、懂流程、懂业务、懂管理的综合性人才,以满足日益增长的信息化建设需求,实现业务运行与系统支持的和谐统一。

40 广州白云机场-智慧机场建设方案

——广州白云国际机场股份有限公司

一、摘要

随着大数据、云计算、人工智能、物联网和移动互联网等信息技术蓬勃发展和广泛应用，机场发展也随之进入“智慧机场”时代。2017年9月，民航局冯正霖局长强调机场业要全力推进“平安机场、绿色机场、智慧机场、人文机场”建设，民航局首次明确提出智慧机场建设任务。根据《中国民航四型机场建设行动纲要》定义，智慧机场应具有“生产要素全面物联、数据共享、协同高效、智能运行”的特征及内涵。

2018年底广州白云国际机场股份有限公司（以下简称“白云机场”）被民航局列为首批“智慧机场”建设示范单位。我们始终贯彻执行民航局“四型机场”建设相关要求，持续按照白云机场“4个1”、“5个Smart”的智慧机场规划部署，重点围绕旅客出行服务、生产运行、安全管理、商业营销、基础设施等多方面进行建设实践，持续为白云机场成为世界一流枢纽建设赋能。

在科学合理、循序渐进的一系列发展规划的指引下，经过多年的持续努力，白云机场在全流程自助、无纸化便捷出行、网上机场、平安机场、ACDM协同决策支持系统建设等多方面取得了优异成绩。全流程自助服务方面获得国际航协最高成就奖“白金标奖”、ACDM协同决策系统建设方面被民航局评定为A+级，且处于国内领先水平。

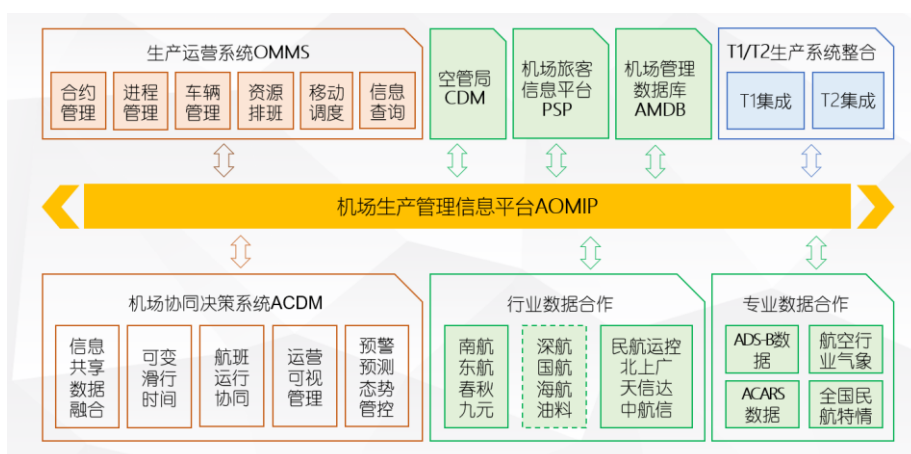
二、引言

白云机场坚持以智慧机场建设为引领，带动平安机场、绿色机场、人文机场全面发展的整体部署，力争在民航局“四型机场”建设行动中起到良好的智慧机场建设示范效应。

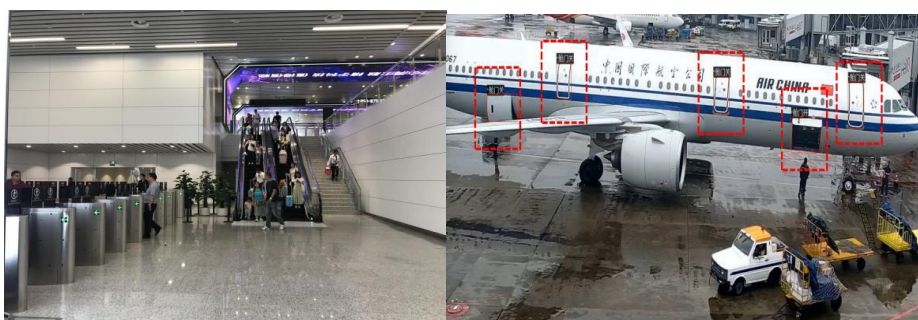
在智慧服务方面，白云机场作为首家推出“ONEID”服务的国内机场，已实现旅客全流程自助服务，并取得一定成效。“机场通”、智慧停车、智能机器人等服务也初具规模效应。目前正积极开展智慧客服、无人驾驶、室内导航等应用研究，深化智慧服务内涵。



在智慧生产方面，白云机场持续推进 ACDM 协同决策系统升级改造和中央排班系统建设，强化数据共享，整合航班保障、运营管理等业务，有效提升生产作业精细化管理水平。目前正积极开展行李全流程追踪、生产运行管理平台、远程机坪融合指挥等系统建设，提升管控效能。



在智慧安全方面，白云机场按照民用航空运输机场安全保卫设施建设标准，逐步推进航站区、飞行区、综合区的视频监控高清化、数字化改造，同时建设 DMZ 区、开展智能视频分析平台建设，提高安全管理水平。



未来，白云机场将持续以《中国民航四型机场建设行动纲要（2020-2035）》为指导，围绕机场运营管理全业务链条，将前沿技术与业务场景有机融合，逐步打造

生产要素全面物联、运行数据高度共享、安全管理全景可视、交通枢纽高效联动、商业生态精准互动的智慧机场。

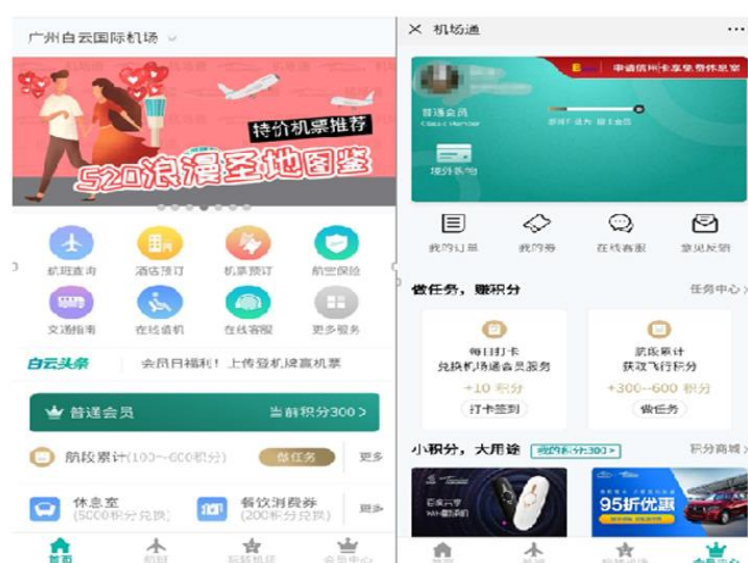
三、现阶段工作

（一）在服务方面，重点围绕旅客全流程自助、个性化服务等方面展开

1. 自助设备建设。目前白云机场拥有自助值机 263 台、自助行李托运 102 台、自助登机设备 199 套，出入境自助通道 75 条、自助问询机器人 70 台。在设备规模、应用部署及使用效率上均处于国内领先地位。在此基础上，通过打造国内国际航司个性化自助服务、建设异地城市候机楼离港系统、提供“一证通关”、“出国宝”等便民服务、强化人脸识别应用与 OneID 服务、全面提升无纸化便捷出行应用。



2. “机场通”服务。“机场通”作为白云机场线上服务平台的统一入口，为旅客实时提供从计划出行到抵达目的地所需的机票预订、地面交通、停车指引、行程信息。以微信公众号作为网上入口，融入机场公共服务、商业服务和个性服务于一体，为旅客提供线上线下一体化服务。并与数字广东“粤省事”对接，为旅客提供一站式“互联网+”服务。



3. 旅客信息查询服务。建立面向旅客的服务信息发布统一平台，围绕人性化和个性化服务理念，实时对接机场各服务主体单位和生产信息系统，向旅客提供高效的服务响应和服务支持。



（二）在生产方面，重点围绕航班保障、运行管控、数据共享等方面开展

1. 协同决策支持系统（A-CDM）。白云机场以协同决策系统（A-CDM）为抓手，围绕航班数据共享、空地协同决策等关键业务，协同空管、航空公司、地面保障单位狠抓航班正点，整体运行效率明显提高。2019 年底受民航局委托承办了中欧民航合作项目 A-CDM 对比和差异化研究活动，系统建设与应用情况获得欧洲专家一致好评。

2. 生产运行管控平台。基于事件流、资源流和航班流推进白云机场生产运行管控平台建设，建立 AOC 与各区域管理单位、业务单位 OC 之间的协同指挥体系，实现事件跨单位、部门协作处置；统一的指挥体系，确保运行态势、特情、设施设备运行状态等信息共享，对各类风险进行提前预判，进一步提升生产效率。

3. 行李全流程追踪服务。白云机场按照民航局行李追踪查询系统建设指南，充分运用 RFID 等技术，构建白云机场行李全流程跟踪系统和行李信息服务平台，为旅客提供一站式的行李信息综合查询服务，提升旅客行李服务体验。

4. 远程机坪塔台系统建设。在国内三大机场中，白云机场是首家全面接管机坪管制的机场。作为民航局远程塔台试点单位，为实现远程机坪管理和调度，提升白云机场总体运行管理水平，推动远程机坪塔台项目建设，并于今年 5 月份通过民航局远程塔台专家组评审。

（三）在安全方面，重点围绕视频监控系统大规模升级改造开展

1. 安防视频监控平台建设。打造整体安防视频监控平台，加快推进基于视频智能分析的建设与应用，基本实现了 T1、T2 航站区、飞行区、公共区视频监控的高清化、数字化和重点区域 90 天存储时间要求。运用智能化全景视频技术对飞行区站坪和跑滑实现无缝覆盖，提升飞行区安全管理和站坪运行管制能力。

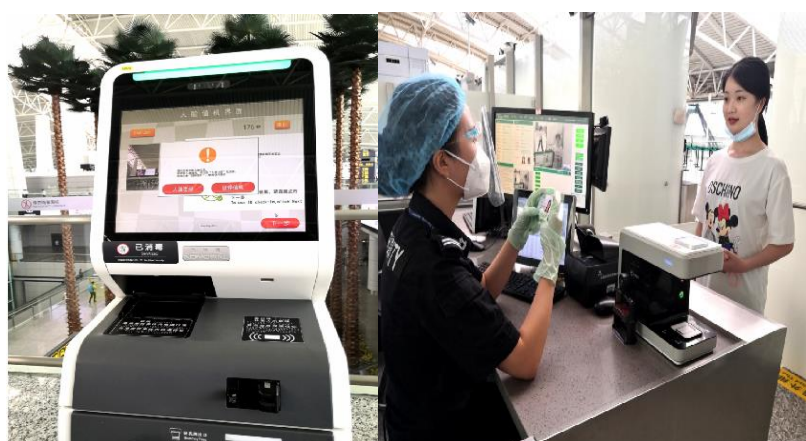
2. 推出“易安检”服务。白云机场作为局方“旅客易安检计划”首批试点单位，通过统筹安检、航空公司、公安等多方资源，实现数据互联互通，通过大数据评估旅客安检信用分实现旅客差异化过检，提升旅客过检速度。

3. 区块链技术应用。推进基于区块链技术的航司财务结算校对应用研究，有效解决地面服务保障单位与各航司在航空业务和地面业务费用结算中存在的纸质单据多、数据录入流程繁杂、结果不一致、争议解决时间长等问题，提升结算效率。

（四）在基础设施方面，持续推进云服务、One ID、GIS 和 5G 网络“4 个 1 工程”

1. 打造云服务基础平台。实现 IAAS 层基础服务功能，并在 IAAS 层云服务的基础上进行 30%的信息系统迁移。

2. 打造 OneID 应用平台。白云机场 One ID 平台为旅客建立统一的信息数据库，实现“出行一张脸”，争取以 One ID 为核心的全流程无纸化便捷出行成为国内行业示范。



3. 完成 GIS 系统扩容升级。逐步将机场各区域地上设施及地下综合管网建模入库，为基于 GIS 技术的应用系统提供更全面的数据支持。



4. 积极推进 5G 网络建设。白云机场已建成覆盖机场红线区域的 5G 通信网络，下一步重点做好 5G 生产专网的研究工作。

四、案例建设难点

（一）行业规则制约

新技术的发展不仅会对管理规章制度造成改变，也会突破现有管控模式及行业内约定俗成的业务规则。这需要相关行业能够以一种更加包容的态度对待这种改变，营造良性的、可持续的发展氛围。如白云机场在开展国际二维码过检登机时，就需要移民局予以相应的政策支持，先行先试，条件成熟后再大面积推广。

解决方案：民航局下发的《关于促进机场新技术应用的指导意见》已经为我们大胆应用新技术提供了容错的宽松政策支持。下一步应积极与联检单位等行政、行业管理部门交流沟通，汇报白云机场新技术应用可研方案，以及提升安全、服务、管理水平的新措施，相关政策支持将大大提升智慧机场建设的速度及成效。

（二）IT 队伍建设

专业、高素质的人才队伍是未来智慧机场建设的关键之一。白云机场智慧机场建设过程中，在顶层设计方面高端人才储备稍显不足，在项目实施方面存在专业技术人才配备不足以及人才外流等现象。

解决方案：为了更好地推进白云机场智慧机场建设，需进一步加强信息化人才队伍建设，在顶层规划设计、项目建设管理、系统运行保障、网络信息安全等方面加强核心管控职能，确保白云机场有一支技术扎实、执行力强、稳定的信息化队伍。

五、经验与启示

启示一：智慧生态需开放共享

智慧机场建设需要构筑一个完整的信息生态圈。需行业内外多方共同参与，才能形成合力。为推进航空公司、机场、空管、交通部门等运行主体之间数据和应用系统接口开放共享，打破信息孤岛，搭建生产数据共享平台，推动国内各航空公司、空管、机场、交通部门进行生产数据互通以及组织开展行李追踪平台建设等，这些都是促进行业内数据共享的积极举措，对未来行业发展有着良好的深远影响。

启示二：数字化治理需加强

智慧机场建设涉及的技术复杂度呈指数级增加，依靠企业现有 IT 架构、IT 组织能力可能很难支撑。智慧机场的有效运行需要很强的数字化的管理能力，因此需要建立一套长效运作机制，需要优化或重构数字化治理体系。十四五期间，民航业需全面开展数字化转型，大力实施变革性、牵引性、标志性数字化举措，更多解决深层次体制机制问题，推动数字化转型不断取得突破性进展，以变革应对变局、开拓新局，更好服务发展大局。

启示三：管制指挥模式需改变

满足业务需求，确保航班正常性和安全，将是机场今后面临的最大挑战。今后民航发展中的一个主要矛盾，就是航空运输持续增长和运行保障能力不足的矛盾。传统依靠加强基础设施建设，依靠挤压资源的发展模式已难以适应行业发展的需要，现有运营模式也面临着诸多挑战。通过打造“远程塔台”，替代传统的管制指挥模式，不仅能切实提升机场运行的安全与效率，在未来，也可以实现区域机场资源整合，统一规划，统一指挥，实现区域管制能力，促进区域机场一体化建设发展。白云机场 2015 年获得 IATA 颁发的“便捷旅客旅行”金奖；2016 年获得 IATA 颁发的“便捷旅客旅行”白金标奖，是国内首家获此殊荣的大型机场；2017 年获得 CAPSE 颁发的“2017 年度机场服务与设施卓越进步奖”；2018 年分别获得 IATA 和 CAPSE 颁发的“场外值机”最佳支持机场称号及“2018 年度最佳机场奖”，2019 年在民航局国内“千万级”机场 A-CDM 建设评比中白云机场获得 A+。在 2020 年举办的中国民航四型机场建设发展大会上，获得千万级机场技术要素应用率第二的成绩。

41 武汉天河机场-智慧机场建设项目

——武汉天河机场有限责任公司

一、摘要

“智慧机场”建设是“智慧城市”、“智慧交通”建设的重要进程节点和里程碑，为实现武汉天河机场成为“国际知名、国内一流、中部领先的国际门户和综合交通枢纽”的战略目标，打造武汉创新城市的一张新名片，以信息化建设为抓手，建设具有高度感知、互联、智能能力的机场，是提升机场综合竞争力和国际影响力的战略制高点，是促进机场科学发展、跨越发展、和谐发展的必然选择。

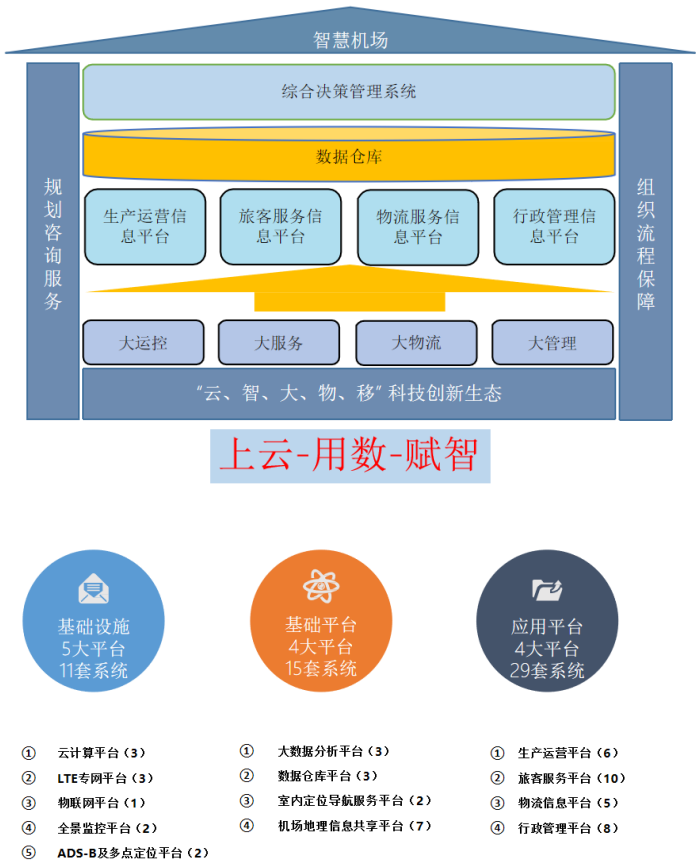
武汉天河机场聚焦企业全面数字化转型，把握好新一轮科技革命和产业革命，以高质量发展为主题，以“智慧机场”建设为主线，推动“四型机场”建设，促进机场激发潜能、发挥效能、增强动能。全面深入的带动人的观念和能力、组织结构、规章制度、管理方法、生产方式、技术装备等的转型，建设更加安全、更加便捷、更加高效、更加绿色、更加经济的机场新型基础设施，以智慧为引领，通过智慧化手段加快推动平安、绿色、人文目标实现。

经过不懈努力，武汉天河机场信息化水平有了长足发展，依靠科技创新，带动机场服务供给侧变革，实现业务模式、管理模式、服务模式的创新。充分利用云计算、大数据、人工智能等信息智能化手段，努力实现机场群与城市群业务协同、机场运营态势分析决策、客货信息便捷服务等管理的智慧化。完成了云计算中心、大数据基础平台、LTE 专网、物联网、机场地理信息系统（AGIS）、通信网等基础设施建设，核心成果陆续推广应用，机场运行品质和管理水平全面提升。2019 年云平台项目入选中国电子信息行业联合《2018-2019 年度价值云案例集》，机场出租车蓄车管理平台实现全国首创，行李跟踪项目被国家民航局列为首批试点，A-CDM 系统（机场协同决策机制）建成并获局方 A 级评价。



二、引言

2017 年，武汉天河机场启动智慧机场一期项目规划建设，成立了领导小组和项目
部，结合自身管理需要，以旅客为中心，逐步推进在安全、运行、服务、商业、
管理等方面的智慧化项目群建设。搭建智慧机场“一库一系统四平台”，开展数据
仓库、大数据辅助决策系统、生产调度指挥平台、旅客服务信息平台、物流服务信
息平台和行政管理平台等项目建设，促进云计算、移动互联网、物联网、大数据、
人工智能等信息技术在机场运行核心环节的开发应用。实施操作流程全链条信息
化改造，优化经营管理和运行保障体系，升级航空服务保障体系，改善客货运输服
务流程，构建信息化环境下运行管控、决策新模式，以信息化培育新动能。



2018 年，武汉机场智慧机场建设项目成功入选为中国民航首批“四型机场”示
范项目，一期建设投资近 3 亿元，先后投用了云计算中心、大数据中心、飞机多点
定位等一批新型基础设施，部署了全景视监控、智能停车、无纸化通关、安检人脸
识别、行李全流程追踪等一批智慧化应用，启用了 A-CDM 系统，实现了 3 号航站楼
5G 全覆盖，在军运会期间正式投用，同时在武汉机场建设 5G 展厅进行应用项目展
示，借助军运会展示大国科技实力。在信息化手段帮助下，武汉机场服务水平和运
行效率明显提升，2020 年 CAPSE 综合得分位列全国 39 家千万级以上参评机场中第 9
位，获评 CAPSE 机场服务设施提升卓越奖、中国民用机场服务质量优秀奖；机场平

均始发航班正常率提升至 93.41%，创历史最佳，跃居全国 24 家两千万级以上机场第 2 名，中南地区 9 个千万级机场第 1 名。



三、现阶段工作

(一) 案例最新进展情况

武汉机场数字化转型一期建设投资约 3 亿元，积极探索 5G、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术在安全、运行、服务、商业、管理等方面的应用创新。目前私有云平台、智能数据仓库等信息基础建设已完成，物联网、大数据+AI、视频云、地理信息系统、融合通信、模拟仿真等技术平台已经搭建完毕，旅客服务、行政管理、生产运营、航空物流等信息系统已上线运行，“一库一系统四平台”基本成型。自助值机、自助行李托运、人脸识别安检、自助登机、无纸化乘机、行李全流程跟踪等一批服务设施投入使用，自助值机旅客占比达到 70%。



武汉机场将 T2 航站楼改造工程作为机场智慧交通体系建设的试点示范项目，以物联网、大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术以及智能化、自动化的设施设备为支撑，借助智能化设备设施实现流程服务自动化，以达到航站楼全面智慧化、少人化的目标。该项目今年 2 月取得可行性研究报告的批复，目前已完成初步设计方案及概算的编制，下一阶段即将全面开展施工图设计工作，力争第三季度正式开工。

（二）阶段成效介绍

1. 梳理建设复用中台，加快应用演进速度

构建数据云、视频云、计算云，提供统一、开放且强大的计算能力和存储能力；统一数据服务总线、大数据分析平台、数据报表平台，支持复杂的分析和处理，支持大数据的存储与快速计算；建立线上支付平台、短信发送平台、清分结算平台、电子发票接口平台，支持线上交易及移动互动。逐步打造企业级的复用平台。



2. 强化数据整合支撑，实现服务精简下沉

以 A-CDM、旅客服务平台建设为契机，利用“一个平台、一张网、一个库”充分融合数据，整合各级部门线下业务数据和服务资源，从旅客服务的应用场景出发来创新技术方法和数据共享机制，精简优化出行流程，从协同决策的应用场景形成“大集中、大整合、大共享”格局，夯实机场服务的资源根基，充分实现“数据上浮、共享汇聚，服务下沉、按需高效”。







3. 推进数据治理，提升安全防范与应急处置能力

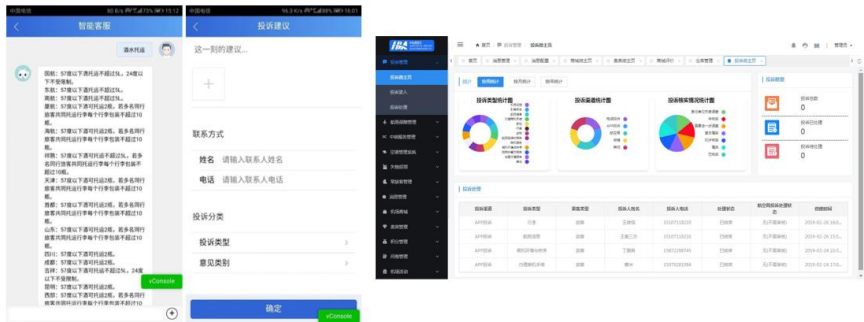
完成监控存储扩容、视频补盲工作，充分集成人脸识别功能、视频分析联动功能，融合门禁系统、手动报警系统、道口管理系统、围界入侵防范系统、行李安检系统数据，利用 GIS 平台展示数据分析、事件告警、风险预警、行动计划信息数据，实现大安防平台统一管理。目前该系统对告警事件的集成已经初具规模，实现统一接入、统一监控、统一管理，便于网格化区域安保措施联动。

在疫情防控中充分运用前期智慧机场建设成果，把机场运行控制中心由“地面”搬向“云端”，与民航局、湖北省、武汉市搭起了“云上指挥大厅”，高效协同、快速决策、精准调度，在疫情防控阻击战的决胜之地，全力守护空中“生命通道”24小时持续畅通，确保了全国各地驰援湖北的应急物资、医护人员源源不断安全送达。在疫情防控常态下抓好安全应急管理，真正做到“晴天打伞、撑伞避雨、打伞干活、修伞补强”，用科技手段“发哨”，充分发挥大数据的作用，把防疫关口前移至旅客订票环节，通过把旅客订座数据与公安系统、省大数据中心数据自动比对，生成旅客防控列表，提前做好防控预报，毫不放松抓紧抓实抓细各项防控工作，做到依法防控、科学防控、精准防控。开发建设健康码管理平台。加强舆论管理信息化，通过爬虫工具生成了一套舆情监控系统。

4. 对外服务信息整合，提升旅客出行体验

建立以旅客为主线的数据服务平台，提供统一的信息发布平台，满足对公众服

务信息的发布需求，收集场区交通信息、楼内资源信息、服务流程信息、航班动态信息、法律法规信息，提供 Web、App、微信等平台的统一发布，实现一次发布同步显示；实现服务投诉管理、客服问询、航班延误的服务监管与管理部门进行数据互联；实现旅客流程导航功能，提供旅客出行便捷服务及统一的行程规划；实现智能问询客服改造，满足旅客多渠道咨询需求；“无纸化通关”功能已开通，智慧停车管理系统投产。



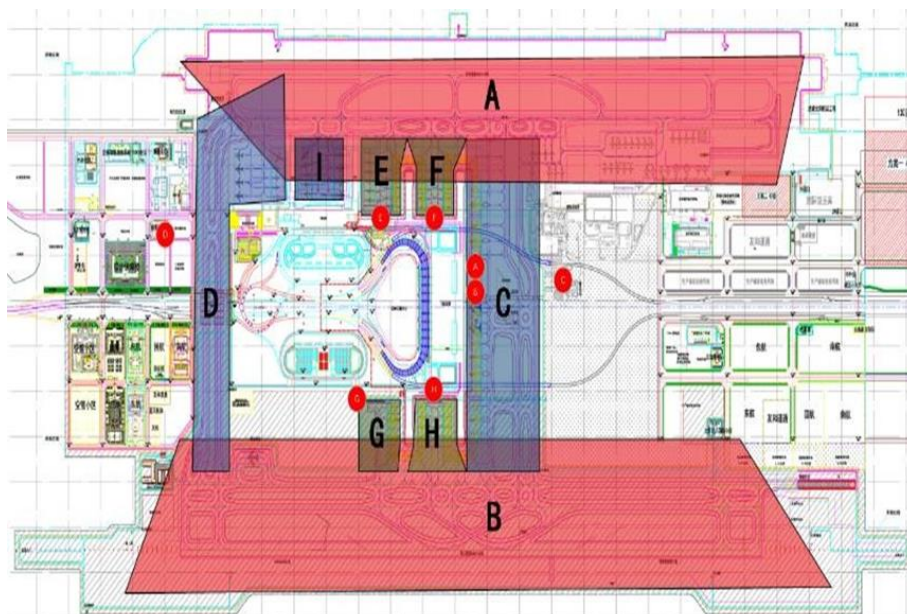


5. 发挥数据效能，行政管理效率数据决策能力提升

运用现代信息技术实现无纸化办公，开发了新版行政管理平台，建立无纸化会议室、视频协同系统、联合审批系统，整合业务需求，理清管理链条，嵌入钉钉系统，集成预算管理、项目管理、合同管理、财务管理系统推进高效决策，实现一站式服务、一表式申报、一条龙审批，还可对办公数据进行自动统计分析，为绩效考核提供数据支撑。

6. 突破人工智能拐点，尝试应用场景落地

充分挖掘线下应用场景，机器智能所需的算法、算力、数据已经满足，已经为部分场景提供了应用实现的基础：通过全景摄像系统和视频增强技术可实现对在飞行区跑道、滑行道、联络道等区域全景监视，使控制监控中心能通过单一画面对整个飞行区情况全面掌控，获取整个机场场面的运行状态，已成功应用到机坪塔台的调度；基于视频分析技术对出入口、安检通道、登机廊桥进行人数监控，可以方便的在地图上实时展示区域人员密度热力图；实时提醒排队长度，调整服务通道数量，有效规划旅客形成时间推荐，提升旅客满意度。



四、案例建设难点

（一）思想观念不够创新

部分部门和单位对信息化建设的认识还停留在本岗位、本部门角度，创新意识不高。

应对策略：加强学习和实践，破除旧思维定式，在生产中贯彻、落实信息化精神，与时俱进，努力树立、培育信息化思维理念。

（二）行业内信息共享不够开放

驻场单位相关数据相对封闭（空管、联检），行业巨头数据垄断（中航信），未能真正共享，信息化资源不能互用共享（机场公安），协调难度巨大，各方利益不能协调平衡。

应对策略：积极探索与各单位的合作模式，建立机场数据公共平台，实现数据资源共享。

（三）基础设施底盘不够厚实

基础链路与基础设备的网络信息安全建设投入不够，机场本身支撑智慧机场平台建设的软硬件配套还不足，场区通讯尚未实现南北双路由聚合，核心设备的通信、供电双路由问题没有形成，整体机房建设标准偏低。

应对策略：智慧机场二期建设中进一步提高基础链路与基础设施安全裕度。

（四）高端人才储备不够充裕

技术创新人才严重短缺，特别是高级专业技术人才和既懂技术又熟悉机场流程和企业管理的复合型人才短缺，影响了智慧机场平台建设效率、运行质量和效果。

应对策略：建立市场化招聘机制，畅通集团内部人才培养、晋升通道，尽快培养一批高级专业技术人才。

五、经验与启示

启示一：要把数字化转型落实到“以人民为中心”的新体验上

习近平总书记指出“人民对美好生活的向往，就是我们的奋斗目标。”机场作为现代服务行业的有机组成，在数字化转型过程中更应该贯彻落实“以人民为中心”的发展理念，围绕旅客需求来全程定义产品和服务，切实提高人民的获得感。比如，挖掘旅客自助服务应用场景需求，实现旅客全流程自助服务；推进机场旅客 OneID 建设，服务旅客便捷出行；制定数据湖策略来挖掘 AI 应用，提供品质分析服务；结合 5G 研究穿戴设备应用，服务移动调度；投放融合媒体平台，整合线下屏体资源等。

启示二：要把数字化转型落实到机场发展改革攻坚新征程上

《中央出台国企改革三年行动实施方案》，提出要切实增强国有经济的竞争力、创新力、控制力、影响力和抗风险能力，针对国有企业强调要在活力和效率上取得明显成效。要进一步提高思想认识，数字化转型是一项长期的系统工程，需要一张蓝图干到底，需要加强统筹管理，凝聚多方力量，重视需求驱动，营造创新环境，以保证机场服务职能强化、服务供给转型升级成功、旅客乘机幸福指数提高，推动机场可持续发展。

启示三：要把数字化转型落实到构建产业新生态体系上

促进数字化经济的发展，以数据流引领物资流、人才流、技术流、资金流，形成产业链上下游和跨行业融合的数字化生态体系，在生产、经营、服务、营销、人才培养等各个方面都大有文章可作。进一步带动产业升级，通过科技创新实现产业链升级，为未来机场自贸区的发展提供国际贸易便利化平台，构建机场综合交通一体化信息管理平台，服务“多式联运”进一步挖掘航空市场运力资源；发展“网络空间”经济，形成空港商业新的业态，为人民群众提供智能化、人本化的航空出行服务，从而惠及更多旅客，分享民航发展的成果；进一步改革服务供给，加强与其他交通方式衔接，与上下游产业密切合作，打造流程更加完整、运行更加高效、体验更加美好的出行产品，促进航空产业外溢，繁荣地区经济。

启示四：要把数字化转型落实到集团智慧化竞争的新赛道上

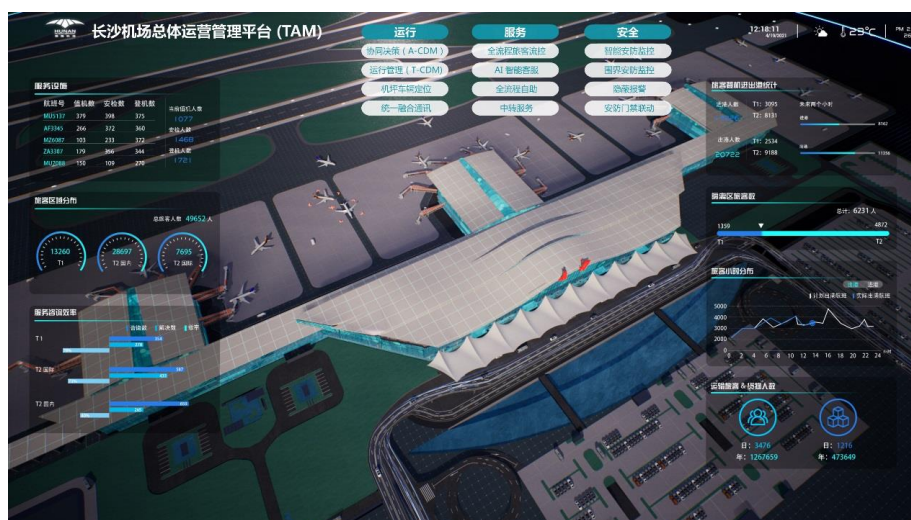
以武汉机场带动各支线，实现核心业务流程数字化，形成数据驱动的业务和管理升级，支持数据从各板块、公司向集团智慧云平台汇集，为建设机场群智慧运行服务体系和智慧商业服务体系提供基础支撑。打造智慧管理，智慧生产，智慧安全，智慧服务，智慧商业，智慧物流，智慧能源，智慧交通，智慧运维，智慧应急等十个领域智慧化，实现智慧机场与智慧城市的协同。

42 长沙黄花机场-总体运营管理平台项目（TAM）

——湖南机场股份有限公司长沙黄花国际机场分公司

一、摘要

长沙机场总体运营管理平台项目（TAM）于 2018 年 12 月 24 日获批，成为中国民用航空局首批“四型机场”示范项目。长沙机场总体运营管理平台（TAM）通过互联网+理念、微服务/容器框架和中台技术，实现创新架构与机场传统架构的深度融合。通过梳理机场全业务流程并对业务进行分类，按照“四个一”要求开展平台建设，即：N 个智慧应用通过一张泛在的接入网接入一个总体运营管理平台，通过一个数据中心进行数据共享，将机场整体运行动态在一张运管图上进行呈现，将航班流、旅客流、行李流、货运流等数据全面整合，成功实现空地、楼坪、协同、结算四个“一体化”，有效解决了机场运营信息孤岛问题。



二、引言

2017 年 9 月 25 日，长沙机场协同决策系统(A-CDM) 上线运行，2019 年 7 月 11 号，长沙机场 A-CDM 系统正式通过民航局验收，并且达到 A 级要求。2018 年 9 月，旅客全流程自助服务、全流程旅客服务系统、智能客服系统第一版同步上线试运行。2018 年 9 月，航空性收费实时结算系统电子签单第一版上线。近年来长沙机场着力以民航新基建和数字化转型带动机场运行模式、服务模式、管理模式全面升级，并取得显著成效。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

1. 一个总体运营管理平台

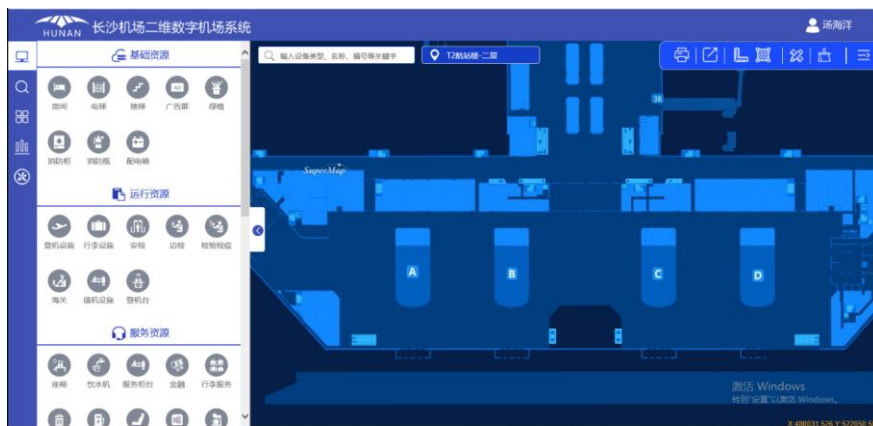
TAM 平台从航班运行、旅客服务、运行管理，安全等四个方面分模块陆续开展系统建设。已经完成 A-CDM 系统（一期到三期）、旅客全流程服务（一期二期）、T-CDM 系统、数据中心等的建设。正在建设登录统一、数据统一、消息统一、日志统一、保障 APP 统一；并且搭建一个系统平台，能够实现兼容现在机场已有的系统，可以通过统一的权限配置，使不同的用户登录后直接看到自己能用到的系统和功能模块，方便快捷。

2. 一张泛在接入网

完成 400M 数字对讲和 4G 专网的建设，结合生产内网、内部融合通信构建了一张接入网。内部打通指挥中心与作业终端的最后一公里信息互联通道；外部为旅客提供线上与线下无缝衔接的出行的泛在接入网络；纵向构建集团公司与各支线机场之间互联互通的支线专网；横向构建集团公司与各驻场单位互联互通的外联网络。

3. 一张运管图

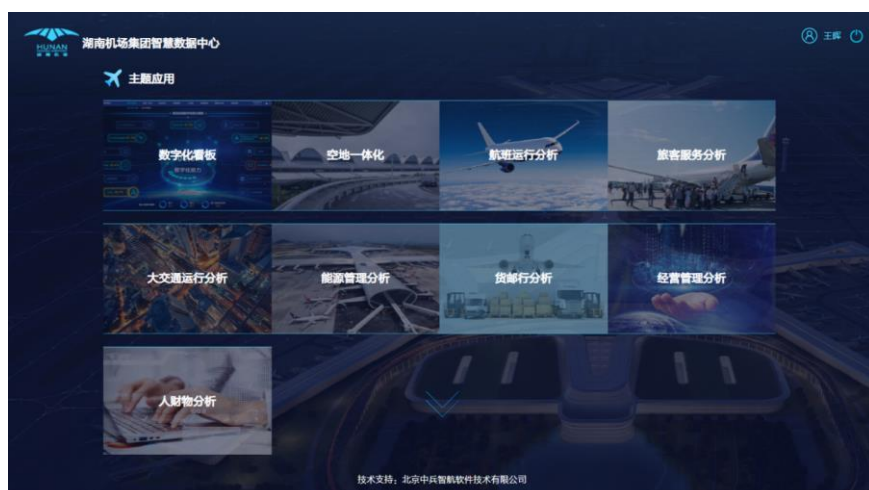
完成 GIS 地图建设，为机场运管提供一张可视化空间地理信息支撑图。正在建设数字孪生机场、空地一体化，将实现机场场区内地下、地面、地上地面、各楼宇空间信息的数据资源纳入数据资源池进行统一管理，以及对其它第三方各类系统的 GIS 数据总线支撑和接口服务，实现地理数据管理与地理信息的共享服务。



4. 一个数据中心

完成主体数据中心主体建设，一方面整合了 20 多个系统，打破了信息孤岛；另一方面统一了数据标准，数据质量不断提升。采集了本场航班数据、旅客数据、22 个节点保障数据、航信离港数据、空管 FIPS/TOMS/二次雷达/场监雷达数据、本场资源数据、集团下辖机场数据等，通过计算资源池、存储资源池、网络资源池、统一云管平台、云安全平台建设，制定统一标准的信息安全管理规定、数据质量管

理规定，构筑了长沙机场的数据与分析能力，使长沙机场的数字化能力提升显著。



湖南机场集团共享数据质量（DCI）指标在局方数字化能力排名中稳居前二，长沙机场数据共享指标稳居全国第三，2021年6月8日，长沙机场DCI指标达到1.0000，在全国千万级机场排名第一。



（二）阶段成效介绍

长沙机场总体运营管理平台（TAM）下辖运行、服务、安全三大板块，为长沙机场运行保障节点管控能力、旅客服务满意度、资源使用效率的提升发挥了积极作用，以下主要从三个方面进行成效阐述。

1. 航班运行

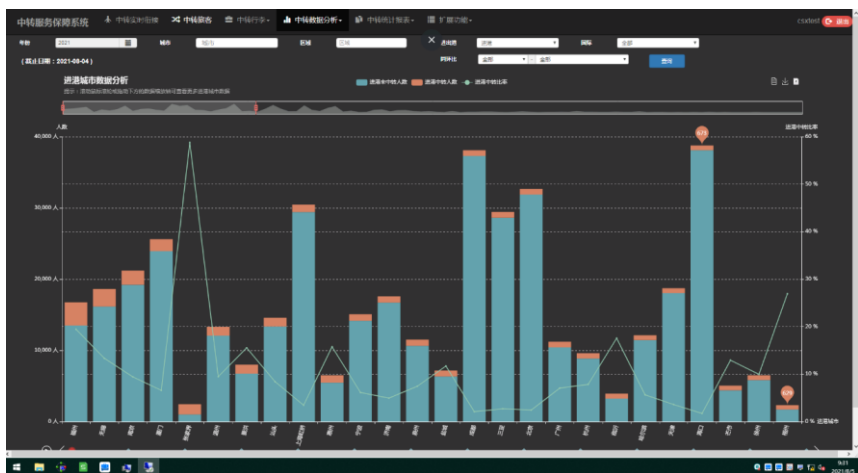
A-CDM 系统以机场指挥调度部门为中心，从空管、订座获取航班信息，生成航班计划，并实时得到航班动态，帮助各个业务部门开展旅客服务、航班保障工作。



系统针对不同层次的用户，提供不同的功能：为生产运行一线的员工等操作层用户，提供便捷实用的操作平台功能；为机场相关部门的领导和管理人员等管理层用户，提供有效的监督、管理功能；为机场领导等决策层用户，提供实时、准确的数据分析和辅助决策功能。

2. 旅客全流程服务

旅客全流程服务的开展，从整体上优化机场业务流程，提高运行效率，提升旅客服务品质，建设长沙机场一体化旅客服务平台。其中行李管理系统、行李赔付系统、企业版微信小程序、中转“四免”服务产品、基于机场人脸算法的智慧航显系统、中转服务系统、航站楼智能查询终端、备降系统、FDC 系统等支持与长沙机场各业务子系统、机场系统、航信订座/离港主机等多源渠道数据整合平台融合，为自动化航班控制处理提供数据支撑。基于一期的基础上完善全流程旅客服务平台，遵循“平台+系统”，“平台即服务”的先进理念和原则，深度融合旅客服务、航班运行、保障资源、便捷出行、机场环境等信息。



3. 航站楼管理

在 T-CDM 系统上线运行后，实现了对航站楼内的服务巡查、安全巡查、设备设

施巡查、其他综合业务（如运行秩序、保洁等）巡查问题的闭环处理。



现场人员能从移动端实现问题记录上报，管理后台的 TOC 人员实现问题的分派，责任方现场处理并回复，实现服务记录的闭环处理。实现对航站楼内区域客流监控管理，以及对航站楼驻场工作人员、设备设施、事件、遗失物品、运行情况的多维度管理。通过管理留痕，为今后考评及管理责任留下依据。实现对航站楼各运行单位的工作协同，包含考试准入、施工管理、设备维保审批、资源申请变更等统一申报、审核流程功能。基于模块中产生的系统数据，或者外部接入的数据，系统可以实现原始数据的统计结果和统计图表的输出，为管理提供有力支撑。同时系统具备标准的数据接口，既可实现与数据中心及其他信息系统的数据接入功能，也可将数据输出到其他信息系统。

（三）机场总体运营管理平台的亮点

1. 高效管理

平台能及时、准确的完成机场保障节点数据的获取和管控，避免人工录入可能造成的数据漏报、数据误差、数据延迟，极大降低数据获取的人力成本，为机场的高效管理提供可靠依据和参考。通过机场进程管控，系统能降低人力成本，加大管控力度，优化机场效率。

2. 大数据应用

平台不间断的收集、整理、存储数据信息，为机场的大数据分析应用，为智慧机场的建设提供基础数据。

3. 经济效益

平台实现了机组电子签单，能及时准确掌握各个节点的实际保障情况，通过统计计算相应的初始费用，为财务结算提供数据支撑，减少人工核对人力成本，降低

人工差错导致的经济损失。

4. 人力资源

根据计划保障业务和保障资源的可利用情况进行任务预分配；根据任务分配策略、人员出勤情况、人员资质技能情况和保障任务动态进行实时的任务分配、调整和资源调配，并能进行人工调整。

四、案例建设难点

（一）统筹协调方面

难点：TAM 建设涉及航司、空管、航信等，沟通难度大，成本高，项目推进慢。

应对策略：进一步强化机场功能，不断完善与空管、航空公司等驻场单位协调机制，逐步实现飞行、保障等关键信息的互联互通与实时共享，全方位推进信息系统建设。

（二）政策资金方面

难点：现阶段除长沙机场无相关类似项目在推进，无政策扶持，且项目资金投入大。

应对策略：望局方高瞻远瞩，从上至下进行全局立体考量，给予政策和资金支持。

（三）网络信息安全方面

难点：新技术新应用新平台，行业内无同类项目网络信息安全经验交流学习，面临新风险新安全。

应对策略：强化安全保密意识，高度重视信息安全；加强制度建设，建立完善的制度规范；建立信息安全组织体系，落实安全管理责任制；结合实际注重实效，正确处理信息安全与发展、效益、共享、技术、应急处置的关系。

五、经验与启示

启示一：着眼新服务运营新理念

旅客需求升级：旅客更加注重个性化、无缝衔接、线上线下结合的出行体验，机场需要围绕旅客全旅程，为旅客提供例如自助行李服务、快速安检通关、交互娱乐等便捷服务。

运营精度提高：机场运营需求在于运营成本控制、运营效率提升、节能环保和安全保障，机场将通过引入智能设备降低人力和资产折旧成本，通过监控客流量和云平台信息互通实现资源优化配置，同时使用智能楼宇降低能耗，通过智能定位、监控和识别提升安保能力。

启示二：引入新技术开展新应用

积极采用新技术：机场技术的投入使用经历了从以实现业务功能为核心，到以集成共享、以数据分析、以生态智能为核心的转变，促使机场向智慧机场的转变。

数据为基础：数字机场建设分为基础支撑层和业务应用层的建设。基础支撑层，主要对数据传输基础设、通用的硬件和云平台的建设，以保障业务应用层业务的顺畅运行。业务应用层从航班生产、旅客服务、商业运营、智能楼宇、安全保障等几个方面进行建设，全面实现业务点到业务线，业务线到整体面的联通，利用数字技术高效支撑业务运行。

数据分析：通过对基础支撑层和业务应用层的数据进行采集形成数据仓库，对数据仓库中数据进行清洗、重组形成数据分析。大数据分析后的结果反馈给各业务应用系统，实现对业务数据的校准和更新，并同时将大数据分析结果输出至人工智能层，将与旅客相关的数据输出给渠道展示层。

人工智能：结合大数据分析的人工智能运用，将实现计算机代替指挥员对空地协同、地面指挥、应急处置发布指令，将帮助公司领导对机场运营、行动计划做出参考决策，并可结合机场实时动态可为旅客出最合理出行计划。

启示三：防范新安全风险

安全提升：基于物联网和大数据技术，建设全面的实时安防监控系统。利用人工智能技术为风险隐患预警和联动安全复杂事件处理提供支撑，实现智能化安全管理。

43 长沙黄花机场-智慧能源管理平台建设项目

——湖南机场股份有限公司长沙黄花国际机场分公司

一、摘要

随着国家对于节能减排的监管力度逐步加强，长沙机场急需开展全面系统化、规范化、规模化的深入广泛的节能措施，持续提升碳管理水平，智慧能源管理平台建设项目应运而生。按照国家“数字能源”、“互联网+智慧能源”、“低碳经济”的发展导向，基于泛能网理念，优化供能模式，遵循梯级利用原则，形成能源流的合理匹配，借助先进的网络技术，完成标准化物联接入，打造集智能可视化监控、多能源管理、用供能一体化、泛能调度于一体的智慧能源管理平台，将航班、旅客、天气等信息流集合优化后联动能源流，智能调配电、气、冷、热等各类能源，实现机场能源供需精准匹配、精细管理。

二、引言

2017 年 10 月项目组成立，组织专家团队对机场整个能源使用现状进行了详细调研，形成了项目可行性研究报告，并通过评审。

2018 年 7 月引入社会资本，并成立合资公司湖南新奥领航能源发展有限公司，依托新奥集团在能源领域的先进理念、技术及资金实力，推进项目实施。

2018 年 7 月，启动定制化的黄花机场智慧能源管理平台系统研发。

2018 年 9 月，启动并完成机场 T2 航站楼照明改造，助力机场完成航站楼全“绿色”LED 照明。

2018 年 9 月，启动 T2 航站楼能源站环保工程，改造后氮氧化物含量小于 100mg/m³，减排量达到 80%以上，用行动切实履行绿色机场理念。

2018 年 10 月，启动计量与多能源结算系统的建设。

2018 年 10 月，启动用供能一体化智能 AI 系统建设。

2019 年 4 月份，启动 T2 航站楼空调末端系统改造、空调二次泵节能优化和 T2 能源站节能降费运行优化。

2019 年 8 月份，完成 T1/T2 停机坪高杆灯节能改造。

2019 年 9 月份，智慧能源管理系统平台一期建设逐步上线运行，开启了智慧能源管理平台 1.0 版本时代。

2020 年，通过对智慧能源管理平台 1.0 版本运行，总结不足并筹划升级改造。一期建设遏制了长沙机场能源费用快速增长的势头，能源管理体系逐渐规范，节能降费管理成效初具规模，年节能降费近 1080 万元。

2021 年，开启智慧能源管理平台升级改造。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

1. 智慧能源管理平台升级改造建设，将实现能源数据链价值和精准供用能

智慧能源管理平台现阶段对一期建设进行升级改造并于 2021 年 5 月份正式开工，工期 270 天，预计在 11 月份完工，主要升级内容：现场数据采集与完善（电力监控系统接入、计量结算系统升级、T2 航站楼空调末端系统升级改造、T2 能源站控制系统接入、T2 航站楼照明控制系统智慧化改造与接入、外部系统接入）、智慧能源管理平台层基础服务功能优化建设（实现“一站式、全托管”智能能源管理平台，从数据采集、传输、计算、存储、提供全面的基础服务，实现数据存储，存储与具体业务相关的数据资源融合）、智慧能源管理高级应用层开发应用（能源管理基础功能平台、主界面展示系统、T2 航站楼和 T2 能源站 3D 展示系统、能源监控管理子系统、能耗计量收费管理子系统、T2 航站楼智能空调运行控制子系统、T2 航站楼智能照明控制子系统），总投资约 945 万元。

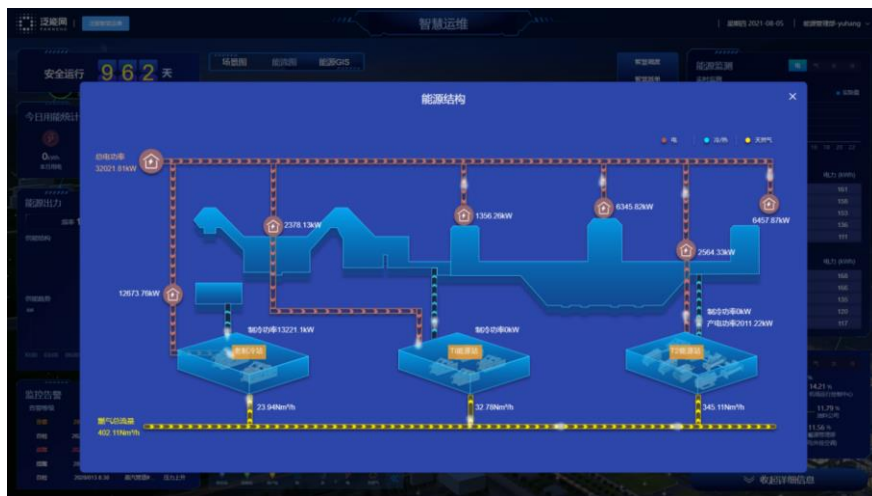


图 智慧能源管理平台界面图

2. 智慧水务建设，通过供排水管网水文数据全过程全方位监测，采用“互联网+”技术实现水务智慧管理

已完成机场既有供排水管网调研、管路排查和制定了建设方案并签订了智慧水务建设合同，今年 5 月份已开始安装供排水管网检测表计和仕格流体版图矩阵传感器、启动智慧水务平台系统研发建设，开启智慧能源管理平台等的衔接，通过水力硬件、传感器、采集器、服务器形成管网数据采集硬件闭环；通过数据分析、数据挖掘、机器学习、数学建模形成数据闭环。在保证供水更安全的条件下，全面高效地进行水务管理。智慧水务建成投运后，将实现利用“互联网+”技术实现水务智慧

管理、为机场行业建立智慧水务样本和管控机场用水量的增长势头，智慧水务建设总投资约 2316 万元。



图 智慧水务组成

3. 光伏车棚充电桩一体化系统建设，积极响应政策在机场范围内推广新能源使用，全方位开展机场节能减排

已开展现场调研，现着手方案编制，一期项目重点从的士停车场候机待客停车位开始，解决的士在候机待客同时进行补充电问题。主要从充分利用可再生资源打造绿色机场，长沙机场 P1、P2、P3 停车场适合建设光伏车棚与充电桩一体化系统，停车场总面积约 2 万平方米，预估光伏面积 1 万平方米，峰值装机功率约 1MW，预计建设 100 个充电桩，20 个直流快充，80 个交流充电桩，并采用智慧云平台充电桩管理系统，太阳能并网发电系统直接分散并入低压系统，供给充电桩、候机楼、照明、空调等负荷使用。同时可降低变压器峰值负荷和变压器容量，增加清洁能源使用比重，节能减排效果明显。



图 出租车停车场充电桩效果图

4. 能源管理认证体系建设，提高机场能源管理软实力

智慧能源管理平台通过硬件+软件的方式进行技术节能，在此基础上，长沙机场开展了能源管理体系建设。2020 年开始至今持续贯标 ISO50001 能源管理体系，从管理角度入手，导入和建立长沙机场能源管理体系，并开展国家级权威认证机构的能源管理体系认证。能源管理体系结合智慧能源管理平台，建立和完善节能工作规章制度、能源设备设施管理规范、以及能耗考核标准等体系文件，通过贯标、培训及对标，使长沙机场从上到下、全员形成良好的节能降耗意识和行为习惯，并参与能源管理。



图 能源管理体系宣贯现场图

（二）现阶段成效介绍

1. 成功引入社会资本，成立专业服务公司，分摊投资压力

引入社会资金近 5000 万元，成立专业的节能服务公司进行专业化投资改造，通过节能费用分享持续推动智慧能源管理平台建设，从而降低了机场自身的投资压力和项目管理难度。

2. 智慧能源管控成效初显，节能降费成果显著

逐步打通能源信息孤岛，搭建基于大数据、物联网平台的集实时监控、计量计费、能源分析于一体的智慧能源管理平台，通过智慧能源管理平台精准分析和管控，通过供需互动匹配，机场节能降费效益明显，见《2019-2020 年度节能减排统计表》。

3. 通过智慧管控，减排成绩喜人

通过智慧能源管理平台的建设运营及能源设备设施的更新换代，近两年节能减排成果显著，见下表。

表 2019-2020 年度节能减排统计表

项目	2019 年	2020 年
能效提升（%）	18.28	23.97
节约标煤（吨）	1875	2940
减排二氧化碳（吨）	4675	7330
年节能降费收益（万元）	707	1080

四、案例建设难点

（一）能耗高，改造投资高

智慧能源管理平台需要获取长沙机场各供用能设备系统数据，因长沙机场 T1 从 1989 年 8 月 29 日正式开通运行、T2 航站楼 2011 年 7 月 19 日运行，能源设备及对应控制系统因时间跨度大、类型杂，很多设备逐渐变成淘汰用能设备且无控制系统或者不支持数据远传，能耗高、节能量化难。智慧能源管理平台要实现各种设备数据对接和集中控制，达到“互联网+智慧能源”，必须对原有设备或者系统进行改造才能实现数据获取，要对在运设备及系统升级改造，施工难，比新建一套系统投资还要高。

应对策略：对比能耗基准、精准改造

进行既有设备及其对应系统进行排查梳理，按设备类型及供能区域分类，对重要能耗设备建立用能监测，获取用能基准，分析用能规律。优先对节能空间大的设备及其系统开展升级改造和组网，完成标准化物联接入。避免一刀切进行所有设备升级改造，造成投资过大或者过渡投资。

（二）技术不统一，智慧能源管理平台涵盖专业广，软件开发难

智慧能源管理平台涵盖电力监控、计量收费、暖通空调、智慧水务、智慧照明（楼内照明、机坪高杆灯）等，每种设备根据机场应用场景不一、需求各异，前期既有系统技术不统一导致软件功能需定制开发。目前没有一个软件集成开发厂家能开发出适用所有的智慧能源集成软件。

应对策略：分布式系统结构

智慧能源管理平台采取了分布式开发原理，即智慧能源管理平台总系统+各专业分系统的模式，规范数据传输标准和物联标准，各专业分系统按统一的标准向平台总系统接入。

（三）管理成本高，多部门协调难和在运设备改造难

机场作为综合性交通枢纽，建筑占地面积广，各建筑功能划分复杂，用能类型多样，牵涉部门众多，存在跨部门协调难，管理成本高的难点。同时智慧能源管理平台的各子项目所涉及的节能改造项目均处于运营中，必须解决节能改造施工、旅

客舒适度、供能安全等问题。故设备改造无法在白天就行，均在夜晚停航后进行开展，有效作业时间短等难点。

应对策略：成立能源管理认证体系，建立各部门用能绩效考核指标

通过邀请中国检验认证集团深圳有限公司对机场能源管理进行梳理，理顺各职能部门在能源管理上的关系，建立各部门用能绩效考核指标，通过指标管理考核，实现各部门用能管理的协调管理。

节能改造按照一个项目一个方案一审批一协调一组织的方式。成立专业组织进行推动协调。

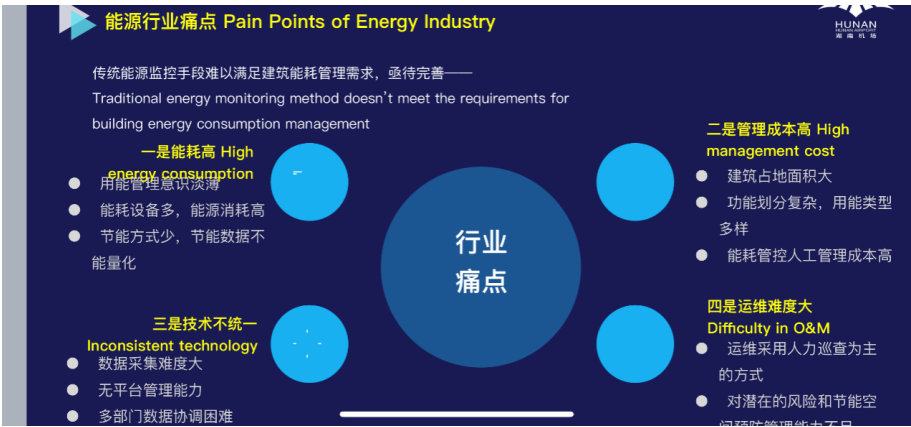


图 机场能源行业痛点图

五、经验与启示

启示一：计量先行取基准

智慧能源管理平台建设首要任务建立健全计量系统，通过精准计量，分析用能特性，为后期节能改造获取能源基准，才能有效的对节能效果进行评估。新建、改扩建项目在设计阶段必须对机场能源设备设施进行分类，按类别、区域进行安装计量表计，便于分析和考核。

启示二：深入调研定能耗优先级

既有在运机场智慧能源管理平台建设不能采用一刀切的模式对所有用能设备进行升级改造，需对用能设备进行梳理排查，确定接入系统和开展节能管理的优先级，按优先级分类进行开展，避免投资过大。

启示三：成立组织机构、建立专业团队

智慧能源管理平台项目牵涉专业多、部门广，必须要建立强有力的组织才能有效协调，专业团队持续负责建设、运营和管理，才能充分发挥项目的作用。

44 厦门新机场-智能化高体验绿色航站楼建设项目

——厦门翔业集团有限公司

一、摘要

2014 年，厦门机场率先在行业内提出打造“人文机场”的战略构想。近几年为响应“四型机场”建设，秉承打造有灵魂的人文标杆机场的理念，坚持“人文机场”作为战略引领，以新兴技术的实际应用作为关键支撑，以闽台海洋文化底蕴作为精神动力，厦门新机场形成了独具特色的“四型机场”发展策略。

新机场在前期规划设计中开展课题研究工作。2015 年，新机场以满足客户需求、应对行业竞争与打造价值工程的目标开展各项课题研究。并以解决实际痛点问题入手，逐步延伸扩展，开展流程与商业、设备与弱电及能源环境等六类课题研究工作。

以课题前期研究成果为基础，在“四型机场”发展策略的指导下，整合前期研究课题成果，于 2019 年形成“智能化高体验绿色航站楼”研究课题。该课题主要从“智能化”、“高体验”及“绿色”三个方向，并逐步形成高辨识度强 IP 人文空间、高曝光度观景平台、光伏负载自平衡、数字赋能的生产系统、与人工智能深度融合的安全预警等八大亮点。

由于厦门新机场工程尚未全面施工，目前该课题正处于规划设计阶段。下一步将积极与设计单位、施工单位做好课题成果对接，将该课题的研究成果落位到厦门新机场中。

二、引言

智能化高体验绿色航站楼课题开展采用内外结合的方式，在与高崎机场运营部门开展交流沟通的同时积极与在机场方面有丰富工作经验的单位开展合作：在“人文机场”方面，前期已与新加坡樟宜机场规划设计公司合作开展旅客体验策划研究；在“智慧机场”方面，与德国电信开展信息弱电规划研究，共同打造厦门特色的“智慧机场”。

其课题研究的成果落实在规划设计文件中：在 2019 年批复的《厦门新机场总体规划》中形成“四型机场专篇”，其中对项目中的“绿色机场”、“智慧机场”及“人文机场”的建设内容作出了描述。而在 2021 年批复的《厦门新机场工程可行性研究报告》中总结“四型机场”专项，其中明确了“光伏系统”、“智能化高体验航站楼”与“雨水回收系统”等项目的规划内容及项目投资。并在最近的初步设计文件中形成“四型机场设计专篇”，在可研的基础上，对课题中规划的内容进行进一步深化。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

在“智能化”方面，2021年4月，本工程完成了智能化设计专篇，各系统中整体实现云计算、物理网、生物识别、机器人术、视频分析、人工智能等技术的应用。经内部审核，初步认可了整体设计方案及新技术的场景应用，同年5月份，本工程顺利通过初步设计评审；2021年6月份针对专家意见优化调整新技术部分；2021年7月份设计院开展施工图相关设计，根据设计进度计划，施工图将于9月底完成。

在“高体验”方面，在体验提升方面，厦门新机场展开了人文主题策划、旅客体验策划和无障碍环境建设等相关工作。在2021年3月基本明确了“闽台海洋文化”的人文主题，2021年4月开展旅客体验策划工作，并持续将旅客体验成果融入现有方案设计中，在2021年5月的航站区初步设计评审中，形成无障碍设计专篇。



在“绿色”方面，考虑到光伏在航站楼屋面对机场运行的影响，厦门新机场光伏项目于2021年1月编制完成了可行性研究报告，并于1月28日召开可研专家评审会，会上专家一致认可了项目建设的必要性，可研评审顺利通过；2021年2月，本工程完成了项目的初步设计，经内部审核，初步认可了整体设计方案及装机容量，同年5月份，本工程顺利通过初步设计评审；2021年6月份，本工程进行了特殊消防设计评审，评审单位对屋面光伏建设的火灾危险性提出了相关防护措施要求。2021年7月设计院开展施工图相关设计，根据设计进度计划，施工图将于8月底完成。

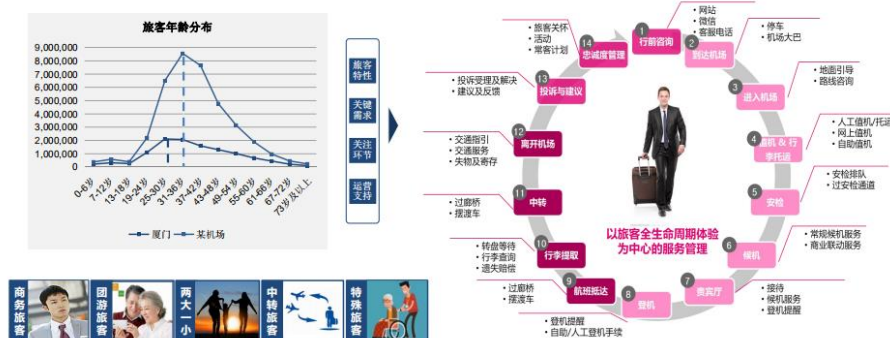


（二）阶段成效介绍

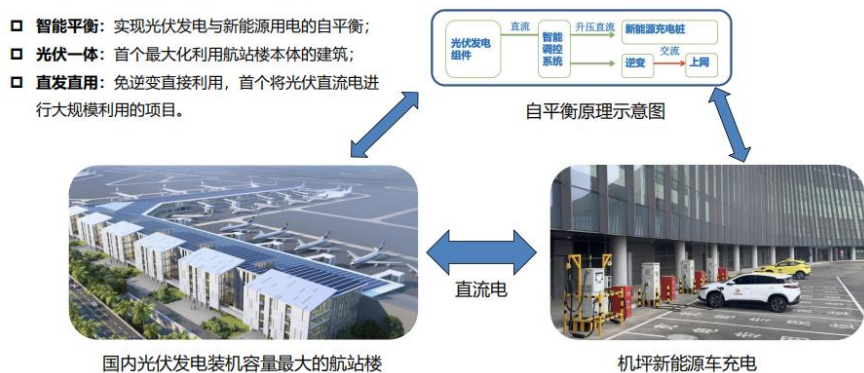
在“智能化”方面，初步实现国内首创 AI 智能的数字赋能中心，能够为业务相关方提供场所、分享数据、打造和谐共赢的协同运行文化；通过机器人、定位技术提升旅客整体智能体验，用智慧手段替代人工；通过视频分析系统、智慧安检技术保障了机场安全，让计划、预警先行，将风险防范于未然，让现场变得可视可控可控实现智慧的安全机场。物联网技术、GIS、数字孪生、VR/AR 技术及智能穿戴设备等技术整体提升机场运行的时效性和预测性。



在“高体验”方面，旅客体验策划将解决了目前机场建设过程中忽略旅客自身体验，通过对旅客的行为分析，迎合旅客趣味，在流程设计、空间体验和文化植入上有针对性地提出优化方案，在旅客高频率的接触点上细致考虑，解决旅客痛点，创造有价值的体验。服务的数字化赋能核心是基于自动的服务对象识别来建立全服务链条的主动化、个性化和差异化服务体系，打造服务一条线，让服务更便捷。在统一的服务对象画像库的支持下，应用于服务执行的各系统和设备将统一具备人脸或其他生物特征的识别能力。服务对象识别将通过多种手段实现，如服务对象手机上的人脸识别功能，机场内部署的具备人脸识别功能的摄像机，自助服务设施上安装的人脸识别设备，智能机器人或智能交互设备上具备的人脸识别功能。各种识别设备将达到随时随地捕获服务对象信息，按预设的服务对象分类进行对象识别，并结合识别结果进行针对性，差异化服务的能力。



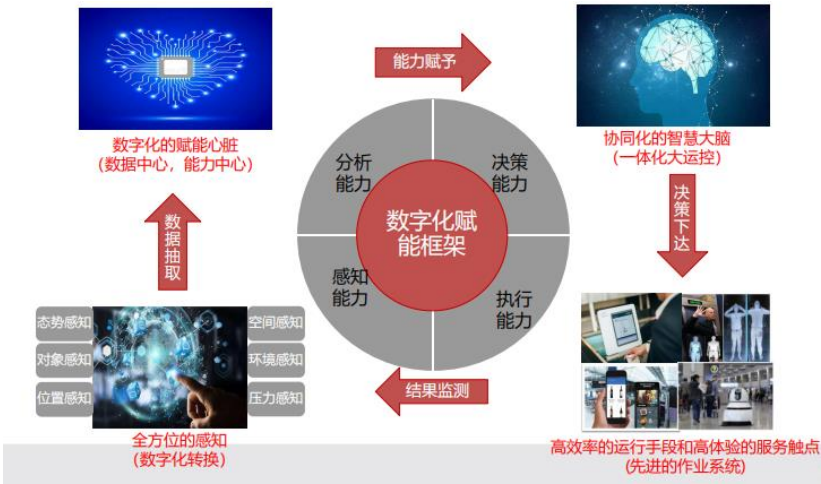
在“绿色”方面，根据初步设计图纸，航站楼建设规模初步确定为 10.3MW。其中屋面年发电量约为 1190 万 kWh，折合标煤 1376.48 吨标煤。光伏发电将结合指廊屋面采用一体化光伏的设计理念，达到光伏与建筑的协调统一；装机容量根据屋面可用面积，结合航站楼用电需求，实现光伏发电自平衡；同时，通过供电系统的合理设计，构建航站楼的光储充市电的微电网系统，并通过智慧能源管理系统，构建新机场“多能互补、安全集约、降本增效、智慧运管”的能源应用体系。



四、案例建设难点

（一）“智能化”难点

智能分析算法引擎是数字赋能中心建设的难点，算法引擎包括：通用视频图像处理引擎、通用自然语言处理引擎、机器学习引擎、复杂事件分析引擎、图计算引擎、仿真模拟引擎，这些通用算法在其他机场并无建设先例，除了模式识别，在其他行业建设落地的案例也几乎为零。智能算法投资大，难度高。数字赋能中心建设将先从相对成熟的大数据平台及融合数仓入手。进一步研究通用视频图像处理引擎、通用自然语言处理引擎、机器学习引擎、复杂事件分析引擎、图计算引擎、仿真模拟引擎的成熟度，同时对应用的迫切程度进行排序，通过综合分析逐步选择需求度高、成熟度高的智能算法落地。



(二) “绿色” 难点

1. 屋面光伏的抗风设计

厦门新机场沿海而建，受太平洋温差气流的关系，每年平均受 4~5 次台风的影响，常向主导风力为东北风，沿海地区潮湿且腐蚀性较强。因此，本工程在设计及后期运维方面，需考虑抗台风措施及防腐蚀措施。经调研分析，本项目考虑采用铝合金防腐支架，支架阳极氧化 15um 以上，即 AA15 级别；支架沿背部设置挡风板，增加光伏支架的抗风功能，提升光伏方阵的稳固性。同时适当放大支架系统的安全系数，选择壁厚大于 1.5mm 的铝合金支架或直接用耐候钢材。根据各部分屋顶朝向、倾角等，适当加大金属夹具密度，增加紧固点数量。

2. 光伏板防眩光设计

新机场航站楼的光伏发电单元位于航站楼指廊屋面，装机容量 10MW，光伏组件眩光对飞行员和空中管制员视线的影响必须纳入机场安全风险的评估事件中。基于眩光的影响，本工程进行了屋面板眩光的专项分析，同时光伏板考虑选用防眩光单晶双玻半片太阳能光伏组件。

五、经验与启示

启示一：大数据和智能化分析必然是未来机场的发展方向及趋势，如何利用好智能化服务于“四型机场”的建设是重点，应多考虑新机场的实际情况，在满足现有民航规范要求的根基上结合新设备新技术的应用来完善系统设计及功能需求，同时为未来的扩展打下基础。对于跨专业、跨系统的新技术应用，如物联网平台、智慧能源管理系统，既涉及新技术应用，同时又需要对接传统系统。在施工图设计阶段应充分协调各方，明确工程范围、工程界面，尽早对传统系统建设实施提出要求，如智能水电表或 BA 中温湿度等传感器布设，首先需要明确传统专业系统的建设内容，明确建设边界，避免重复建设。对于涉及与传统系统中的设备结合程度高的技术应用，建议系统外增补的传感器的点位选择和安装实施由传统专业系统负责，传感器数据则直接进入物联网平台。

启示二：对于机场人文环境的建设，建议要有顶层设计的思想，通过对民航《四型机场建设导则》、《人文机场建设指南》等文件的解读，会发现人文机场建设不仅仅是运营阶段的人文服务，还包括了建设阶段对人——旅客的需求、文——文化彰显的考虑，有针对性地融入设计中，做到规-建-营三阶段的人文彰显。

启示三：新技术、新应用项目应做好因地制宜，应结合项目特点，进行系统设计。需深入使用场景，了解使用单位的痛点、难点，从航班保障、旅客、员工、管理多角度进行考虑，联合技术提供方做好技术选择，在一些场景下考虑多种技术的互补，制定针对性的技术方案。对于投资额较大的前沿技术，引入前应充分利用老

机场进行现场测试，根据测试情况对技术方案进行调整，保护投资。“智能化高体验绿色航站楼课题”作为一个综合性课题，将结合各种新技术。通过将多种技术融合机场特点进行创新型应用来实现四型机场的建设目标。

45 鄂州机场-智慧机场建设规划

——湖北国际物流机场有限公司

一、摘要

鄂州花湖机场是首批“四型机场”示范项目中唯一的在建机场，2021 年以来，各参建单位在工程指挥部的统筹下，全力开展各标段工程建设，防疫工作常抓不懈，工程总体进展顺利，四型机场建设及各主体工程取得了显著进展。

报告从工程数字化管理、施工数字化监控、智能运营系统规划和建设、新能源项目实施等维度，详述花湖机场在四型机场建设的推进过程和量化成果。此外，工程指挥部在实施过程中也遇到了如何实现现场人员统一管理、如何确保现场按模施工、怎样利用系统实现基于 BIM 模型的计量支付等难点，报告总结了花湖机场针对上述问题采取的措施以及获得的经验和教训。

二、引言

鄂州花湖机场是全球第四个、亚洲第一个专业货运机场，位于湖北省鄂州市燕矶镇，20 公里范围内有鄂州、黄石、黄冈三个地级市，约 1200 万人口，距离武汉天河机场约 90km，与武汉天河机场形成“客货双枢纽”，使武汉依托鄂州成为继北京、上海、成都之后全国第四个拥有两个大型运输机场的城市。

机场本期建设东、西两条远距平行跑道及滑行道系统，跑道长 3600m、宽 45m，飞行区等级为 4E，建设 75 万平方米货运转运中心，1.5 万平方米航站楼，2.4 万平方米货运站房，126 个机位站坪，配套建设空管、消防救援、供电、供水等设施，总投资 308 亿元。其中航站区、转运中心等设施按满足 2025 年旅客吞吐量 100 万人次、货邮吞吐量 245 万吨的目标设计。

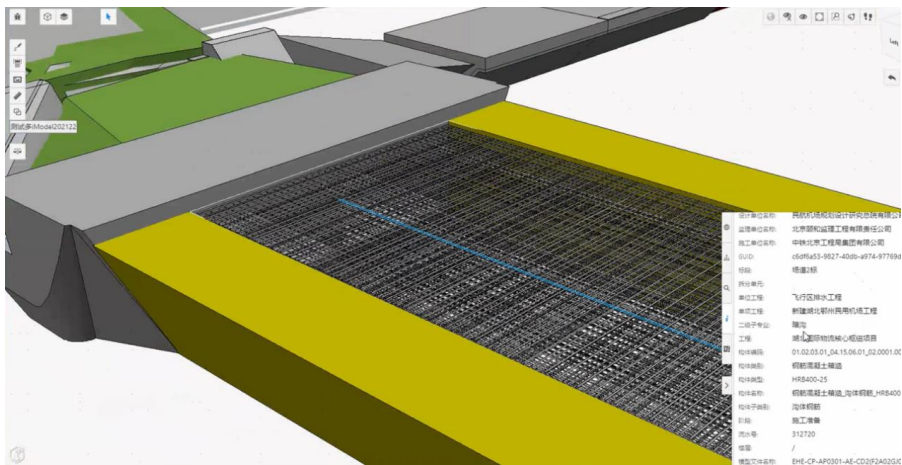
花湖机场作为中国民航局确定的首批“四型机场”示范项目，项目在行业内首先实现 BIM 正向设计，在民航局的领导下参与编写了《民用运输机场建筑信息模型应用统一标准》。2021 年机场主体工程按照“明确建设需求、打造数字化底盘、开发智慧应用”的实施路径全面展开，计划竣工时形成现实、电脑中精准吻合的两个“孪生”机场。目前数字建造已经全面深入开展，工程总体进展顺利，计划于 2021 年底校飞。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

鄂州花湖机场的施工合同执行遵循“模型先行”。工程指挥部组织各参建方，严格按照标准深化、细化、审核、形成施工模型，进而严格模型交底、对照质量验评，

并按照现场实际施工情况微调施工模型，最终形成竣工模型。截至 2021 年 7 月底，全场 29 个专业已经完成施工模型大小 246G，深化设计后属性信息大小约是设计模型的近 30 倍，总构件数量达到 3347 万。通过全数字化项目流程管理，切实提高设计、施工数字化建造质量和效率，确保设计图纸、建筑模型、工程实体的一致性，截至目前施工现场未出现拆改情况，相较于传统工程，节省造价约 3 亿元，节约工期 200 余天。并且同时通过主/参编 3 项民航 BIM 相关标准，向行业输送项目实践经验，申报专利和著作权 60 余项，获 2020 中国基础设施数字化、运输与物流创新奖等奖项。



（二）阶段成效介绍

1. 数字孪生具备雏形

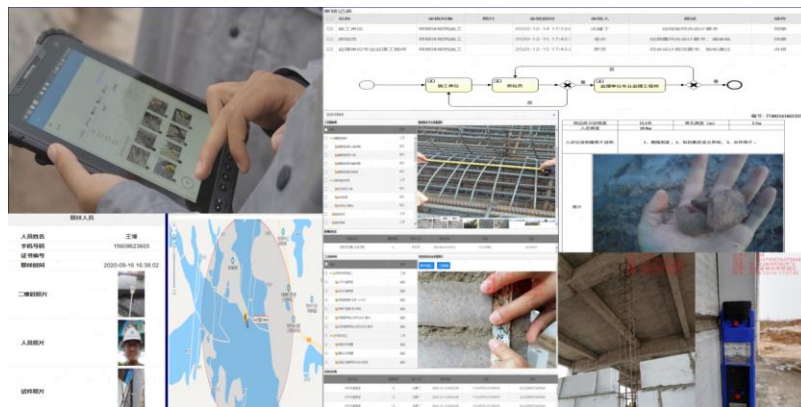
利用系统将检验批、工序流程、检查项指标设定为标准步骤，现场人员使用手机查看模型、填报质量检验数据、拍摄并上传现场照片，审核能追溯到每次数据填报的时间、地点、操作人，实现施工过程的标准化、精细化管理。现场人员采用移动端在填报、验收检验批后，相关进度会自动在系统中以不同颜色更新显示，并实现产值的自动统计。截至 2021 年 7 月底，各单位在系统中建立了 2108 个标准工序，已有 17690 个检验批记录，采集约 25 万个指标数据，记录约 51 万张现场施工图片。现场数据既是追溯质量的证据，也证明完工实体与模型“孪生”、真实可靠，为运营系统打算了精细的数字底盘。



2. 全面落实数字监控

(1) 全面实现线上管理

基于 BIM 模型可直接输出精确工程量的思路，完成计量支付系统的开发，自动抓取完成质量验评的模型构件的工程量数据，实现“一键算量”和工完账清。利用项目管理系统的质量检验和造价管理在内的各项流程，参建各方通过电脑端、移动端 APP 实现线上审批、查看模型和相关属性、随手拍记录问题等，通过系统辅助现场实现“按模施工”。截至 2021 年 7 月底，线上审批流程 29297 条，处理随手拍问题 5950 条，由模型自动计算并审批支付的工程款累计超过 20 亿。



(2) 全面记录施工活动

机场实现全场区封闭管理，全体参建人员必须凭登记身份和生物识别信息进出卡口，厂区内通过安全帽、手机 APP、闸机等方式实时记录定位，实现全场人员实名制管理，利用考勤记录和群发短信辅助民工工资监管；通过车载终端实现各参建单位的机械设备和车辆管理，定期回传施工现场数据，掌握设备的轨迹和作业信息，辅助进行质量和安全管控。截至 2021 年 7 月底，建立车辆信息 1146 条，车载终端图片 5741 万张，生成数字化施工报告 2279 份；累计管理 64179 人的身份证、人脸、

手机、工资卡、健康码状态等 27 项信息。通过直接与民工信息互动，及时发现处理工资拖欠事件 257 起，排查新冠疫情疑点 25 次，协助警方办案 5 次。



3. 建设智能运营系统

(1) 模拟仿真与虚拟培训

模拟培训系统：利用数字化建造交付的 BIM 模型，整合飞机模拟、车辆模拟、塔台模拟、虚拟现实等技术，建立飞行、空管、机场运行指挥、地面服务、转运中心三维仿真培训系统，为各类员工提供场景沉浸式的协同培训环境。目前该项目已完成招标，正在进行深化设计。

(2) 智能跑道系统

项目依托具有自主知识产权的光栅阵列传感技术，具备感知东、西两条跑道全域每块混凝土板块相关信息的能力。2021 年智能跑道系统在场道施工建设期间，在机场跑道、滑行道、联络道及机坪等场道区域开展高密度、大容量、长距离的多参量传感网建设。截至 2021 年 7 月底，跑道水稳层振动温度传感缆已安装完成约 80 公里，含传感测点 26400 个；道面层主降端转向区、接地带区、跑滑区及次降端着陆区应已完成安装变温度传感测点 8366 个。

(3) 协同决策与空管指挥系统

机场协同决策系统整合机场内部的航班数据、离港数据和安检数据等，实现航班保障进程关键时间节点的精准预测和透明管理，对外连通空管公司、航空公司、航食、油料等外部单位的信息系统，交换航班运行保障等关键数据，在此基础上通过该系统业务功能模块的分析和处理，以提高运行效率、可预见性、减少延误、缩短过站时间并提高航班正点率。目前协同决策系统已完成测试环境部署、需求调研、深化设计方案，已签订与各个业务系统的接口协议，接口开发和功能测试工作正在进行中。

(4) 无人驾驶取得阶段成果

以“云-场-车一体化”整体系统设计成果为基础，在深化设计阶段完成“4 模块 24 要素”、信息安全专项初步调研、梳理机坪作业流程和无人化信息节点，正在进行以“全场一张图”为目标的数字孪生高精地图研究。

截至 2021 年 7 月底，按照最新车场协同技术方案建设了测试场地，完成车辆设备测试及验证方案深化设计，测试场设计 213 个协同设备布置点位，目前房建与区域围界工程基本完工，监控与网络正在收尾，计划选取不少于 9 种类型无人驾驶车辆进行全面测试。

3. 实施绿色机场新能源项目

(1) 光伏发电项目

花湖机场以建筑屋顶和幕墙为基础建设光伏并网发电设施，本期全场屋面光伏约 24.7 万平米，装机容量 33.3MW；光伏幕墙 1.2 万平米，装机容量 1275kW；全场光伏发/用电量为 3632 万 kWh/年，光伏用电占机场白天总用电量的 26.3%，碳减排 31188 吨/年。建成后，预计机场单体建筑物光伏发电为自发自用，转运中心、航空基地等光伏采用 10kV 并网模式，余电在机场公司范围内消耗。目前机场光伏项目正在施工建设。

(2) 地源热泵系统

项目采用可再生能源利用技术，地源热泵的装机负荷为 4024 kW，预计机场年能源消耗总量（包括电力和燃气消耗）折算标准煤为 29070 tce，可再生能源年利用量（地源热泵提取冷热量）折算标准煤为 1564 tce，按现有规模测算，能源站可再生能源利用率将达到 5.4%。目前能源站工程的地埋管竖管（624 根）完工、水平管完成 30%、能源站主体完成 85%，总体工程完成过半。

(3) 新能源车辆应用

鄂州花湖机场计划在航站楼及飞行区全面采购新能源车辆，以保证全场车辆电动化比例不低于 80%。同时推进新能源汽车配套设施建设，陆侧布设 277 个充电桩，空侧建设 576 个充电桩，同时预留进一步拓展桩位。目前充电桩、圆柱单枪终端及所需电缆均已进场，陆侧充电桩项目施工单位配合建筑工程进行施工，空侧充电桩项目完成充电桩基础浇筑。

四、案例建设难点

(一) 按模施工

应对策略：鄂州机场工程规模大，涉及 3 个行业、29 个专业，同时管理维度达

到构件级单位，如何确保现场实体施工与模型的一致性项目建设管理的一大难点。为此采取了以下**应对策略**：

1. 健全法理化机制保障

通过招标策划，前置项目 BIM 实施的交付标准与技术要求，为后续数字建造的实施提供法理性的约束，同时在合同管理中进一步明确建筑信息模型作为项目计量支付与验收的法定载体，确立了现场与模型一致的“数字孪生”总体思路。

2. 推行集成化技术管理

为确保模型的准确性、规范性与施工可行性，在施工准备阶段依据设计模型，采取各关联方集中办公开展深化设计，在同一个数字模型里充分融合设计意图、规范图集与施工工艺等，确保方案最优，避免错漏碰缺，同时通过模型交底与切图，为现场施工提供精确的依据。

3. 实现信息化过程管控

在施工过程中通过采用基于 BIM 的质量验评、数字化施工等信息化管理平台，精准的采集施工原始数据，同时质检人员通过移动端，实人实地实时监控现场施工与模型的一致性，每个数据既是追溯质量的证据，也是证明完工实体与模型一致也就是孪生的证据，确保整个工程交付数据真实可靠。

（二）计量支付

应对策略：

1. 严控 BIM 模型质量

BIM 模型是计量支付工作的核心依据，由于建模人员能力水平参差不齐且缺乏施工经验，未能准确表达施工图设计意图，未能考虑现场施工具体需求，直接影响计量准确性与 BIM 计量比例。为规避解决上述风险，鄂州机场设置设计、施工监理、造价、专班四方审核制度，严控模型质量。

2. BIM 计量规则不完善

BIM 计量规则是计量支付工作的纲领，鄂州机场编制 BIM 计量计价规则时，部分规则未能完全考虑施工现场情况，使得模型提取的工程量虽与施工现场一致，但与计量规则不符合。为有效解决上述问题，过程中部分采用手工算量的方式调整计量结果，确保计量严格执行计量规则。

3. BIM 模型构件与工程量清单挂接

BIM 模型构件与工程量清单挂接是计量支付的灵魂，计量前通过模型属性值与

工程量清单形成关联关系，由于 BIM 模型属性字段的未标准化，计算机无法读取模型字段实现工程量清单映射。上述难题，通过平台容错的方式，规范 BIM 模型字段的方式给予解决。

五、经验与启示

启示一：集中办公

鄂州机场建设全程采用集中化办公的管理模式，包含建设方、咨询单位、设计、监理以及施工单位。极大的提高了各关联方之间的沟通协调效率，缩短了解决问题的时间，给数字建造的实施奠定了较好的基础。主要有以下几点经验：

1. 集中办公是解决多关联方协同办公效率的有效途经，要充分发挥集中办公的优势必须要各家单位的深度参与，集中办公的人员需具备对本单位的设计成果进行把关和决策的能力。

2. 集中办公要匹配完善的管理制度和高度信息化管理平台。由于机场工程通常涉及的关联方较多，关联方的网状协同模式会严重制约协同办公的效率，集中办公要通过管理制度和平台形成以问题为导向的中心化管理模式，将管理协调的复杂度由 $n(n-1)$ 向 n 降阶。

3. 在集中办公的同时应同步做好远程办公、异地协同等先进手段的应用，提高相关人员协同响应速度，避免疫情等突发情况导致工程停摆。

4. 集中办公在提升效率的同时也会使关联方的成本有所增加，需在招标阶段明确提出相关要求。

启示二：封闭管理

鄂州机场项目施工现场采用全封闭管理，施工初期利用临时围界将机场红线全部封围，整个场区保留西、北、东三个卡口，卡口工作包括但不限于：入场人员实名制的检查、入场车辆通行证的检查、入场人员疫情防控相关检查等，这种封闭管理的模式，不仅有利于施工区域的安全保卫管理，同时也能在很大程度上避免不安全事件的发生。

在封闭管理中有如下两点需要注意，第一是新建机场工程项目一般占地面积较大，临时围界易遭破坏，围界巡查能力有限，封闭管理相对困难，因此需要尽可能配备可靠的监控设备和相对坚固的围界；第二是新建机场项目劳务工人较多，施工区域卡口通行量较大，因此需要安排大量工作人员参与卡口执勤，并对在岗人员每日开展质量检查。

启示三：建模标准

鄂州花湖机场 BIM 实施技术标准，为鄂州花湖机场 BIM 成功实施奠定了基础，

充分发挥信息化、数字化在智慧机场建设中的驱动引领作用。主要有以下几点经验：

1. 标准提出了从整个项目到单个构件自上而下的模型结构划分方法，而且建立了模型结构分类与编码、建模方式、属性信息、构件命名、造价信息等的映射关系，保证的标准的可实施性。

2. 为了使标准进一步落地，鄂州花湖机场采用信息化手段对 BIM 构件信息表进行标准化高效管控，建立了包含 29 个专业 BIM 模型构件信息的数据库，对构件信息进行入库、审核、修正等标准化管理，应用编码程序对构件进行编码、属性扩展和标准符合性审核。

3. 为了实现基于 BIM 的质量验评与计量支付，构件建模精度标准高，要求深化设计阶段 BIM 模型与建成后的实体工程一致。

46 西安咸阳机场-三期扩建工程智慧机场规划实施方案

——西安咸阳国际机场股份有限公司

一、摘要

为掌握未来机场的发展规律，探索未来机场的实现路径，推动西安机场三期扩建工程高质量建设，西部机场集团于 2016 年初提出了“五个机场”的理念并开展专项研究工作。2017 年 9 月，冯局长提出全力推进“四型机场”建设，我们将“五个机场”理念重新整合，聚焦在平安、绿色、智慧、人文四个方面，开展了大量的理论研究和落地实践工作。

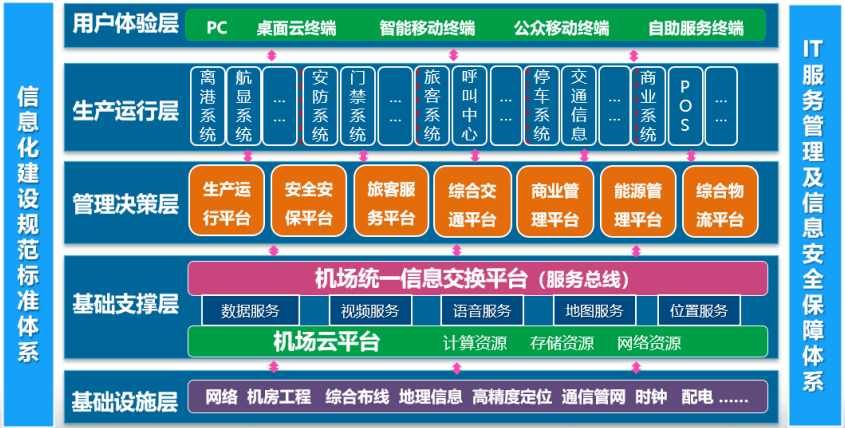
在四型机场专项研究的过程当中，西安机场三期智慧机场规划研究核心理念是：以业务是本源，让前沿新技术为机场业务活动的高效便捷服务，聚焦业务节点、融入业务流程、创新业务模式是智慧机场建设的关键所在。

在四型机场建设中，同样需要秉承融合互通的工作思路，加强“四型机场”研究之间的相互融合及发展博弈，确保共同协调推进，充分发挥智慧机场在四型机场建设过程当中的核心推动作用，为平安、绿色、人文机场建设提供有力的技术支撑。

二、引言

在研究范式和工作开展思路方面，西安机场三期工程“智慧机场”专项研究具有如下特点：

一是注重顶层设计和规划引领的工作理念。在开展研究工作伊始，我们就坚持“以我为主”，综合国内外机场相关案例研究，从目标、理念、框架、衡量指标、实施路径等方面着手，形成一整套完整的研究成果体系，包括智慧机场“五维六化”基本内涵、西安机场三期“五层+两个支撑体系”的总体架构、“两库一级八主题”的技术架构以及衡量智慧机场建设情况的 21 个核心指标和 76 个关键指标，用以指导“智慧机场”实施落地工作。





二是遵循全方位、全链条、全生命周期的工作方式。“智慧机场”建设是一项系统工程，需要在规划设计、建设施工、运营管理的不同阶段，协同相关单位，按照分专业规划、分区域落实、分阶段实施的思路，落位智慧机场各框架指标体系的各项要求，并运用实践成果反向验证各框架指标的科学性。

三是怀着开放共享、多元合作的工作态度。在交流对话中产生火花，在合作比较中取长补短，在求同存异中共同发展，是促进智慧机场建设快速发展的必由之路。

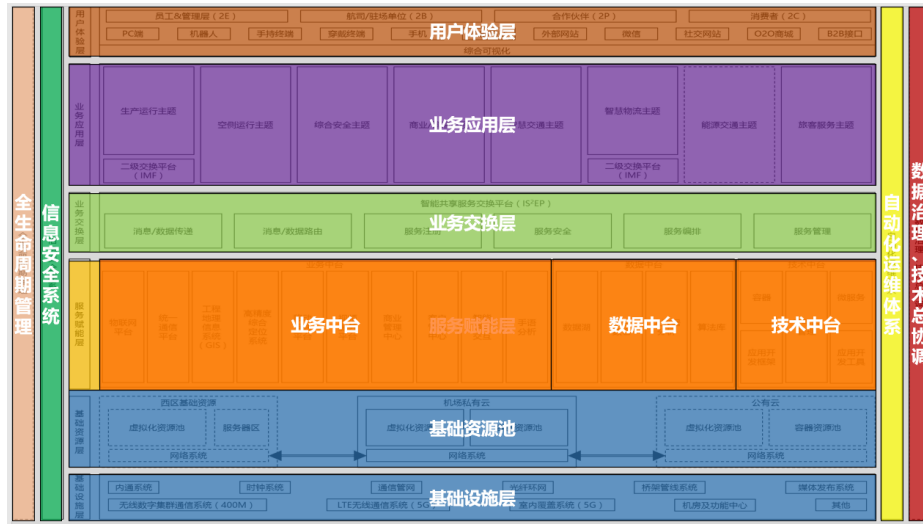
四是强调改革创新的工作精神。想要实现智慧机场的宏伟蓝图，就需要以终为始，站在未来看未来，以科技创新和管理变革为强大动力，以未来的视角去规划设计现在的机场，为发展空间做好预留，为技术应用打好基础。

三、现阶段工作

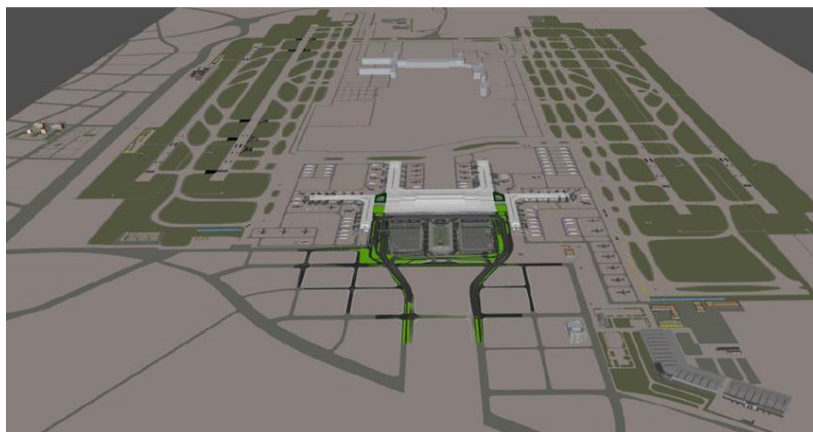
时间	阶段	工作内容
2019—2020	先行先试阶段	1. 技术与业务人才的储备； 2. 新技术研究与试点应用； 3. 业务数据的整合与挖掘； 4. 协同运行平台的搭建； 5. 过渡期系统升级改造； 6. 基础设施环境提前实施；
2021—2024	推进实施阶段	1. 机场云平台建设； 2. 各主题业务平台搭建； 3. 专项系统设计施工； 4. 系统前端设备部署； 5. 东西区业务平台整合；
2025 年及以后	持续演进阶段	1. 新 ITC 接管全场信息业务； 2. 全场一体化协同运行； 3. 西区终端设备和应用更新。

（一）最新进展情况

根据西安机场三期智慧机场建设“三步走”实施计划（见上表），本项目正在按照三期工程建设进度有序推进，具体工作进展分为以下几个方面。



一是夯实智慧机场基础设施建设，为未来的智慧机场应用的生长和拓展打下坚实基础。进入施工图设计阶段，根据 ICT(信息通讯技术)行业和机场新技术应用发展趋势，以及西安机场三期建设具体情况和现实条件，本项目对西安机场三期智慧机场总体架构做了适时修编，引入数据中台、服务中台、业务中台等设计内容，完善各主题业务平台施工图设计内容，并邀请华为、腾讯、阿里、大兴机场、深圳机场等单位的行业内外行业专家对优化后的总体架构、云平台设计方案等内容进行联合评审，吸收采纳专家意见建议，为西安机场三期智慧建设构建数据、存储、计算、网络基础资源底座奠定基础。

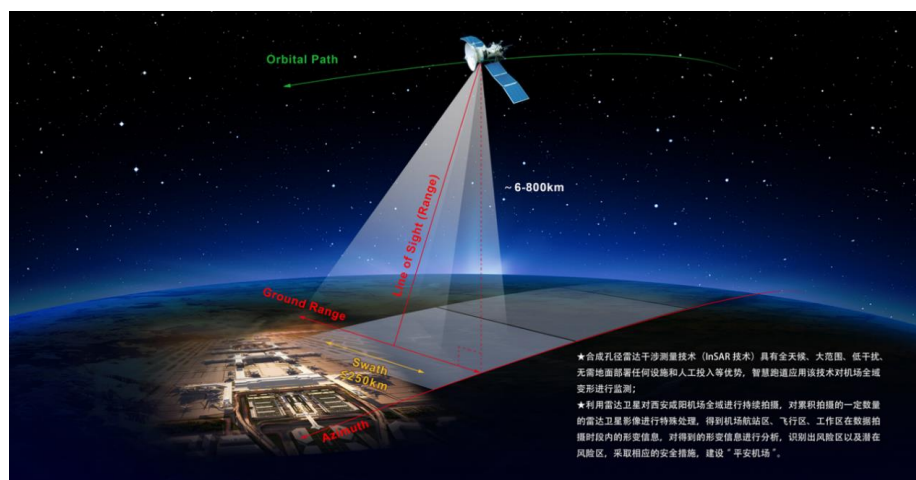




二是以用促研，在智慧机场面向机场运营的同时，加强 BIM、智慧工地等新技术在建设期间的应用，在新技术应用实践中解决实际问题，满足业务需求，培养专业人才，探索先进管理模式。以 BIM 全生命周期应用工作为例，已完成与设计图时效性基本一致的全场近 1500 万平米模型创建和更新工作，并根据各参建方需求开展相关应用；已完成具有自主知识产权的 BIM 协同管理平台研发上线工作，并申请获得三项西部机场集团拥有的软件著作权；已完成指挥部智慧工地平台搭建并上线运行使用。

设计阶段，通过 BIM 模型辅助优化传统设计，基于 BIM 设计的协同性，呈现方式，信息承载量等优势提高设计图、施工图的科学性和准确性，充分发挥设计纠错、方案优化、施工需求前置等三方面作用，全面开展以 BIM 模型为基础的施工图内审工作。

施工阶段，通过虚拟建造指导实体建造，提前预演、解决实体建造遇到的各类问题，从“遇到问题解决问题”到“预判问题避免问题”，针对预见问题提前做好**应对策略**，提高项目计划性，充分发挥工期模拟及纠偏、模型指导施工、辅助工程量复核等三方面作用。



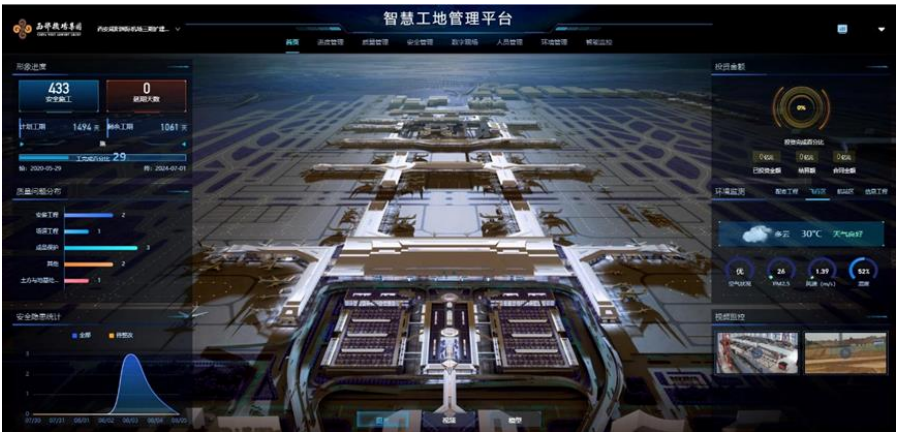
三是与时俱进，根据行业发展、实际需求适时引入多源信息融合智慧跑道监测

系统等新技术，不断扩充西安机场三期智慧机场建设内容清单。针对“场区建设面积大，施工工期紧”及“黄土湿陷性强、新老道面衔接多”导致的地基不均匀沉降等施工压力和难题，西安机场在国内现有单跑道智能化的基础上，充分应用和研发新的感知技术、识别技术、全局不均匀沉降监测技术、新旧跑道交界面沉降监测技术以及各种感知解析算法等，融合三期扩建即将实施的跑道 FOD 探测、道面/净空/鸟情管理、除冰雪运行监控以及空管跑道气象自动观测系统等多源信息，构建覆盖全场的“一体设计、同步施工、协同工作、自主感知、融合解析、智能决策”的智慧跑道道面综合管控平台，逐渐由“设施管养”发展为“设施性能与运行安全并重”，通过飞行区运行安全风险的评估与预警功能实现场道精准维护与智能决策，大幅降低日常巡检人工参与度，降低跑道全生命周期成本，最终实现跑道建设、运行与维护全寿命周期管理。目前，该项目已经过先后 10 余次项目论证，即将进入工程建设阶段。

（二）阶段成效介绍

在顶层规划、工程建设、运营需求不断地碰撞融合下，西安机场三期工程智慧机场规划实施方案项目取得一系列的成效，主要包括：

一是在 BIM 全生命周期应用中的项目成果。在设计阶段，经过四轮次的全面 BIM 设计审查工作，已发现并解决 2961 个设计问题，避免后期形成变更，提高设计模型及图纸的科学性和可指导性；在施工图深化及施工准备阶段，通过航站楼地下工程管廊支架优化、飞行区土方算量复核等具体应用，已节省直接投资 130 余万元。同时，分别荣获第二届全国智能建造技术创新大赛设计组一等奖和第六届陕西省“秦汉杯”BIM 应用大赛综合组一类成果。



二是业主视角的智慧工地系统建设成效。通过系统建设，将安全管理、质量管理、工期进度、环境监测等信息和业务流程整合在一个平台上，极大提升了指挥部工程项目管理人员以及各参建单位之间的信息流转效率，做到工作留痕、即时传递；并且通过值班管理、日志填报、事项督办等模块开发，增加了指挥部无纸化办公和

数字化业务管理能力，显著提高了整体工程管理效率。

四、案例建设难点

智慧机场建设过程中，面临的最大难点是：**先进生产力和现有生产关系的匹配问题**。新技术应用是需要新的管理模式和流程进行支撑的，工程项目及运营管理模式和新技术支撑下的数字化管理模式是有很大差异的。在具体工作开展中，需要上层领导在顶层设计中考虑新的组织管控、业务流程，以平衡新老管理模式之间的矛盾，才能让新技术发挥到其应有价值。

针对此项问题，我们的**应对策略是：开展专题研究，在满足新技术应用需要的前提下，对现有工作流程和管理模式进行适度改良**。在同期开展智慧机场运营管理模式子课题研究等工作的基础上，我们在整体管理模式为直线职能制不做改变的前提下，试点对 BIM、智慧跑道等新进行开展项目部制的组织管理模式，提高新技术研究、应用的整体效率，强化新技术应用与旧管理模式的兼容匹配程度，尝试让智慧机场前沿新技术在现有管理模式下发挥最大效能。

五、经验与启示

启示一：智慧机场建设，硬科技和软实力需要一起考虑

智慧机场建设是一套系统工程，不仅需要强有力的硬科技支撑，还需要先进的管理理念等软实力相匹配。其一，标准体系建设是基础，信息内容标准化、数据交换标准化、技术要求标准化、安全保障标准化是打破数据孤岛、智慧机场一体化发展的重要前提；其二，智慧机场运行模式是支撑，信息化技术应用在发展，组织管控流程也需变革，智慧机场建设不只是先进技术的无序堆砌，还需要与之匹配的业务流程设计 and 专业能力资源的强力助推。

启示二：智慧机场建设，需要做好各方博弈平衡工作

智慧机场面临着三大协同难题：工程建设单位与运营单位的协同，业主单位和参建单位的协同，业主单位内部各部门间的协同。各方协同问题，都需要运用不同策略，平衡各方利益，解决各方矛盾，最终团结一切能够团结的力量，存异求同，形成合力去解决具体建设问题。在这个过程中，需要业主单位内部提供强力支持，才能避免规划很美好，落地很骨感；才能避免表面一团和气，私下内耗严重；才能保证同心协力地完成智慧机场建设的既定目标。

47 新疆机场集团-全域管控中心项目

——新疆机场（集团）有限责任公司

一、摘要

新疆机场集团管辖 21 个机场，机场数量较多，安全监管主要分为新疆机场集团级别安全督查以及机场级别安全管理的两级模式，集团下设安委会作为保障安全生产运行、实施安全生产综合管理的最高管理机构。现集团安委会安全运行监管方式主要依靠人员现场抽查，抽查频次低，覆盖面小，安全监管手段有限、监管难度大，支线中小机场安全运行管控能力不足；新疆与接壤境外各国暴恐事件多发，疆内民族宗教问题复杂，反恐形势严峻。新疆机场集团各机场具有分布广、人员流量密集、突发事件影响大等特点，反恐维稳任务艰巨，应急管控能力不足；新疆机场集团支线机场分布范围较广，大部分支线机场地处偏远地区，地区经济发展较于落后，气候环境条件恶劣。因地理及环境原因造成专业人员招录困难，专业人员缺失，其次人员培训手段落后，业务水平偏低，尤其是空管业务保障及管控能力不足；新疆机场集团部分支线机场由于硬件设施、人员能力和管理水平上的短板，综合管理水平低的问题十分突出。



图 新疆机场布局及存在的问题

为深入贯彻落实民航局“三基”建设及全面提升中小机场安全保障能力要求，将新疆机场“三基”建设落到实处，特别是应用新技术解决新疆机场安全管理面临的深层次矛盾。新疆机场集团计划将运行监管、应急管理、远程配载、航空情报、气象集中预报、空管技术保障、空管业务培训等功能进一步优化、集成和完善，建设新疆机场集团全域管控中心，实现全地域（覆盖新疆机场集团全部运营管理机场）、全专业（覆盖航空安全全部专业）、全时域（覆盖航空安全工作全部时域）管控各机

场安全运行，消除安全隐患，降低运行风险，有效降低各机场的运行成本，提高集团对各机场特别是吞吐量在 200 万以下的中小机场的安全监管能力。

各中心具体功能如下：

（一）远程指控中心：主要用于航空安全各专业的监管、协调指挥，也可查询生产运营的历史数据，同时具备数据的综合分析、研判能力，为领导决策提供有效依据；

（二）应急管理中心：主要用于全疆各机场的集团级应急救援管理及应急救援指挥、演练；

（三）远程配载中心：主要用于各机场航班运行集中配载工作；

（四）远程塔台指挥中心：主要用于设置塔台管制席位对机场集团下辖民用支线机场（军民合用机场除外）进行远程指挥；

（五）航空情报中心：主要用于机场集团航空情报的收集、审核、编发及提供相应情报服务；

（六）集中预报中心：主要用于集中制作机场集团所辖气象台航空气象预报产品，提供相应航空气象服务；

（七）空管业务保障中心：主要用于空管专业业务工作支援、设备大修抢修及飞行校验业务，及各机场空管设备备件的统一调配、集中管理；

（八）空管、远程培训中心：主要用于机场各专业远程培训，应急救援模拟仿真培训，管制专业模拟机培训，通信、导航、监视、气象专业理论及技能培训。



图 全域管控中心及各功能分中心

二、引言

2019 年 1 月新疆机场集团组织专家在乌鲁木齐召开本项目前期研讨会，在听取

会议专家意见的基础上对全域管控中心可研报告初稿进行了修订，并于 2020 年 8 月在征求建设单位及有关部门的意见后，正式修订编制完成了可研报告。

2021 年 1 月 21 日新疆维吾尔自治区发展和改革委员会批复了《自治区发展改革委关于新疆机场集团全域管控中心项目立项（代可行性研究报告）报告的批复》（新发改批复〔2021〕20 号）；2021 年 4 月 29 日初步设计及概算通过行业主管部门审查，由新疆维吾尔自治区发展和改革委员会和中国民用航空新疆管理局批复了《关于新疆机场集团全域管控中心项目初步设计及概算的批复》（新管局函〔2021〕71 号）；全域管控中心项目 2021 年 5 月全面进入招标、开工前准备工作。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

全域管控中心项目 2021 年 6 月完成土建、二类服务等相关招标工作，土建工程于 2021 年 7 月 16 日正式开工建设，计划 2021 年底正式完工。

全域管控中心工艺工程招标文件编制工作已全面启动，现已完成招标文件出版编制工作，计划 9 月 30 日前完成工艺工程 EPC 工程总承包招标工作，土建工程完成后 90 天内完成工艺工程安装调试工作。

（二）现阶段新成效

目前已完成各类招标工作 10 项，完成各项前期手续办理工作 5 项，采用 EPC 工程总承包管理新模式 2 项（土建工程 EPC 总承包、工艺工程 EPC 总承包），采用 BIM 新技术 1 项。

现阶段亮点：

一是采用绿建一星级标准设计，力求使用可再生资源，做到经济环保，避免造成环境污染，响应国家政策；

二是加入智能化设计，改善办公条件，增强职工幸福感；

三是积极运用 BIM 技术，提前模拟机电安装施工过程中的问题，将方案以三维的立体实物图形展现，为各参建单位提供强大的决策依据；

四是探索“智慧工地”应用，打造“平安、绿色、人文、智慧”的“新四型工地”，通过架设全景摄像机、热成像摄像机等设备，为安全高效的完成工程建设项目提供了坚实的基础保障。

四、案例建设难点

（一）全域管控中心工艺工程系统建设数量多、信息化系统融合难度较大

应对措施：本次在新疆全域管控中心建设 1 套可视化综合管理系统，汇聚全域管控中心现有及在建的航站楼环境监测系统、飞行区车辆监控系统、全疆机场视频

监控平台系统、A-CDM 系统等监管运行数据，打造综合管理信息可视化展示平台及跨系统标准账号及功能权限体系，将各独立运行的系统整合汇聚统筹管理，打破信息孤岛，实现全域管控中心各子系统统一运行管理，从而为集团提供安全、高效、智能的辅助管理能力，简化操作流程，提升工作效率。

（二）全域管控中心内部各使用单位需求及技术标准不统一

应对措施：本次针对使用单位相关问题，机场集团成立涉及各使用部门及各专业的全域管控中心项目组，明确项目组各使用单位成员分工职责。前期对接设备厂家搭建各类测试平台进行工艺系统测试，以满足后期使用单位业务需求，在工艺系统招标中，各使用单位分别对应使用系统制定明确招标技术标准。

五、经验与启示

机场是保障航空运输的重要基础设施，机场的正常运行一直是国家和民航关注的重点，相关主管部门多次强调要高度重视并积极应对“部分地区机场、空管等基础设施和空域资源不能适应航空运输发展要求”。新疆机场集团全域管控中心项目具备较好的外部政策条件。

新疆机场集团管辖 21 个机场，数量较多、且较为分散，现有的安全监管手段有限、监管难度大，支线中小机场安全运行管控能力不足。建设新疆机场集团全域管控中心，可以实现各机场全地域、全专业、全时域的全覆盖，做到过去数据可查、实时航空安全监督检查指挥、优化运行生产组织、为提高中小机场应急管理能力提供有力的技术手段，提升中小机场安全保障能力，是深入贯彻民航局会议精神的需要，也是落实“四型机场”建设的具体举措。新疆机场集团全域管控中心建成后，将依托 IT 等新技术，结合专业人员集中优势，在集团层面全面加强新疆机场集团所辖中小机场安全运行管控能力，全面提升新疆机场集团所辖中小机场安全运行保障能力，全面推动新疆机场集团所辖中小机场安全运行健康发展。

启示一：汇聚全疆各机场视频监控、通信、车辆、航站楼环境、生产运行等数据，建设远程指控中心，实现对各机场航空安全各专业全时域监管，全面提升中小机场安全运行管控能力；

启示二：利用视频监控、数字集群联网平台及电子沙盘等，建设应急管理中心，有效实现各机场远程应急救援指挥及演练，全面提升中小机场应急管控能力；

启示三：应用 IT 等新技术，建设集中气象预报、远程塔台指挥、空管维修支援、空管培训等中心，集中专业人才，完善培训体系，有效解决空管专业人员招录困难、专业水平偏低等问题，全面提升空管业务管控能力；

启示四：依托远程指控中心、应急管理中心、远程配载中心、远程塔台指挥中

心、集中预报等八大中心，针对综合管理水平低的突出问题，建立集中运行、集中监管的新运管模式，推动中小机场安全保障能力整体提升。

目前，新疆机场集团管辖 21 个机场的安全督查主要分为新疆机场集团级别安全督查和机场级别安全自查的两级模式。其中，新疆机场集团级别安全督查，主要由机场集团安委会下设的 11 个专业办公室具体负责对应业务的职能管理、业务指导和技术支持，对所管业务负有安全生产监督管理职责，负责相应指标的的日常监测、管控及考核、评价。监管方式主要靠派遣相关人员至各机场进行现场检查和监督，监管方式较为单一且效率较低。同时各专业办公室工作地点较为分散，在需要其他专业相互配合时，无法发挥各专业优势协同工作。

本次在新疆全域管控中心设置的远程指控业务功能，设置了运行安全监察席、空防安全监察席、管制监察席、空管设备监察席、气象监察席、飞行区管理监察席、航站区管理监察席、航空运输管理监察席、机务维修监察席、网络信息安全监察席、消防安全监察席、安检质控监察席等 74 个席位，集中了机场集团安委会下设的 11 个专业办公室的工作人员，在发挥各专业优势的同时，也加强了各专业间的协同配合。

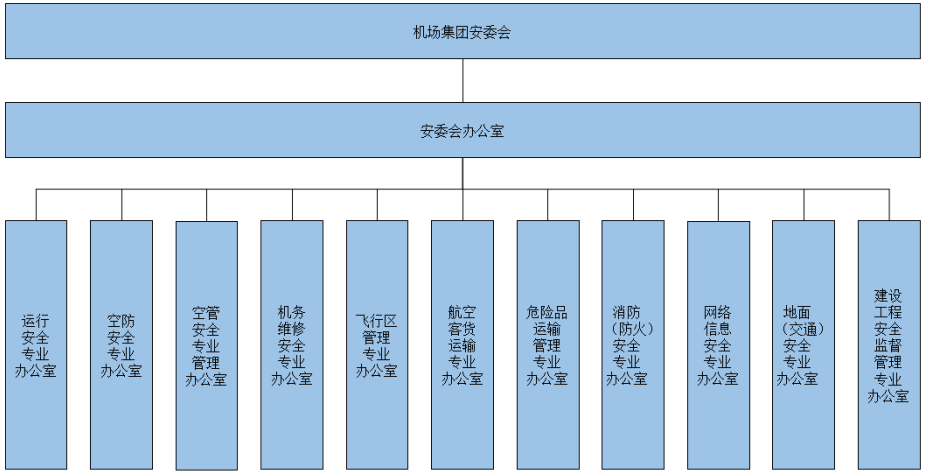


图 新疆机场集团安委会

48 北京大兴机场-综合管廊一体化智慧管控系统

——首都机场集团北京大兴国际机场

一、摘要

北京大兴国际机场作为首都重大标志性工程、国家发展一个新的动力源，是京津冀协同发展中“交通先行、民航率先突破”的重点工程，具有明显的经济社会发展驱动作用。

为解决机场工程因地下基础设施（电力、通信等）统筹规划、建设管理不力等导致反复开挖路面、架空线网密集、管线事故频发等问题，北京大兴国际机场创新基础设施建设举措，实现了更好发挥大兴机场带动作用，引领京津冀一体化发展，树立“四型机场”标杆的目标。

通过智慧管廊建设，实现管廊在规划、设计、建设、运营和维护等各方面全方位的智慧化运营和一体化管理，为管廊规划设计、工程管理、管线管理、附属设施管理、管廊运维和应急指挥提供智能、高效稳定的服务平台。

二、引言

北京大兴国际机场作为首都重大标志性工程、国家发展一个新的动力源，是京津冀协同发展中“交通先行、民航率先突破”的重点工程，具有明显的经济社会发展驱动作用。

为解决机场工程因地下基础设施（电力、通信等）统筹规划、建设管理不力等导致反复开挖路面、架空线网密集、管线事故频发等问题，北京大兴国际机场创新基础设施建设举措，推进综合管廊建设。

通过预测地下管廊服务区域需求，充分考虑机场区域发展动向及趋势，统筹管线特性、施工技术、材料性能以及地质条件等因素，结合大兴机场实际情况，根据能源供给源的位置、道路走向，综合管廊采用“一横两纵”的布局。

大兴机场通过有效利用地下空间建设综合管理，为管线敷设、维修和日常管理带来极大方便，有效避免敷设、维修地下管线而频繁挖掘道路，进而对地面交通造成影响与干扰，实现了更好发挥大兴机场带动作用，引领京津冀一体化发展，树立“四型机场”标杆的目标。

智慧管廊是综合管廊智慧化、信息化的产物，是智慧城市重要组成部分。智慧管廊利用先进的信息技术，诸如空间信息（GIS）、自动化控制、物联网、云计算、大数据、人工智能等，实现管廊在规划、设计、建设、运营和维护等各方面全方位的智慧化运营和一体化管理。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展

大兴机场地建设了 7.6km 综合管廊，超长距离覆盖、多系统多专业协同，成为工程建设时期京津冀地区最大的管廊系统，按功能划分为热力仓、电力仓和水信仓，入廊管线含给水、再生水、热力、电力和通信管道等。

大兴机场综合管廊设计了 18 套附属系统，主要包括消防系统、疏散逃生系统、通风系统、供电系统、照明系统、防雷接地系统、火灾自动报警系统、视频监控及安防系统、有害气体及环境监测系统、井盖监控系统、有线语音电话系统、网络系统、门禁系统、排水系统、标识系统等。

为实现智慧管廊目标，该项目通过搭建一体化智慧管理平台，基于创新性统一化管理，保障能源系统日常维护效率，提高事故预报准确率，缩短事故抢修时间，减少扩建工程量，对“四型机场”建设运行具有重要意义。

综合管廊智慧化管控平台是整个综合管廊的核心，基于人工智能、物联网、大数据、自动控制等技术，能够提供各分子系统、设备的信息互通和共享，实现各分系统的数据库集成、网络管理、维护、二次开发、升级等功能，并为外部系统联接提供通信平台，以确保各种情况下准确、可靠、迅捷的做出反应，及时处理，协调各系统工作，以达到实时监控的目的。

（二）阶段成效介绍

综合管廊一体化智慧管控系统实现了设备和人员的统一监测、集中管控和廊内及附属设施的全数字化管理和三维仿真；实现了管廊空间分布和设备的 GIS 管理和展现和综合安全态势感知与分析；实现了基于自学习的环境监控和智能报警和危险源隐患排查、告警、维护的闭环管理以及内外部软件接口标准。

智慧化管控平台包括电子地图、综合监控、环境安全、能耗监控、人员管理、运维管理、告警预警、调度通信、配置管理等附属功能，负责采集综合管廊内各系统的运行数据，对采集的数据进行处理并提出监控方案，下发控制指令和信息给相应的监控设备。

1. 电子地图

电子地图按照“X 线一舱一防区”来组织管廊监控区域树形列表，电子地图如下图所示。在地图上标注了各个防区的位置，以不同的颜色显示，以便区分告警等级。当防区内有报警时，防区该位置变成相应告警等级的颜色，并闪烁提示。



图 地下综合管廊电子地图

2. 视频监控

通过管控平台的视频监控工程，可实现调取实时视频、云台转动控制、视频抓拍、分屏设置、图像调节、历史录像调取等功能。

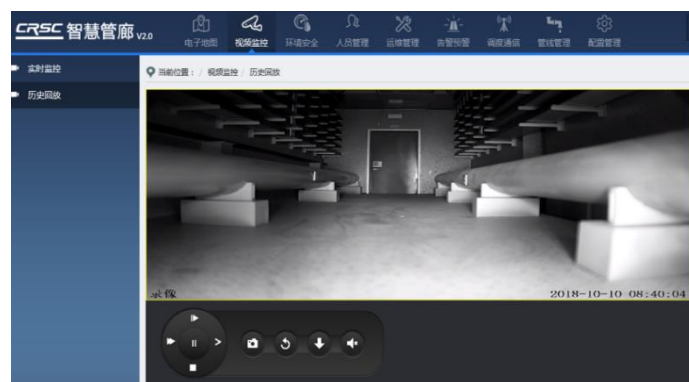


图 地下综合管廊视频监控

3. 环境监控

可实现对所有的环境设备进行远程监控，包括照明灯、应急灯、单速风机、双速风机、诱导风机、水泵、温度检测仪、湿度检测仪、氧气检测仪、甲烷检测仪、一氧化碳检测仪。当设备产生故障时，该设备的图标将显示红色，表示设备运行故障。同时还可查询历史环境数据。

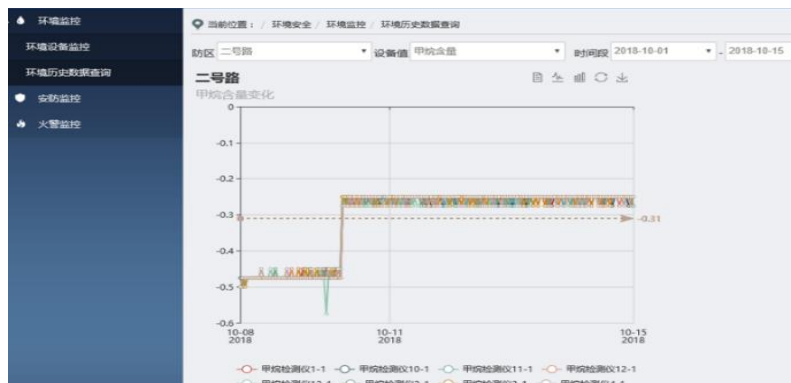


图 地下综合管廊环境数据查询

4. 安防监控

安防监控界面可以实现对所有安防监控类设备进行集中控制，包括井盖、入侵检测仪、声光报警器、门禁。

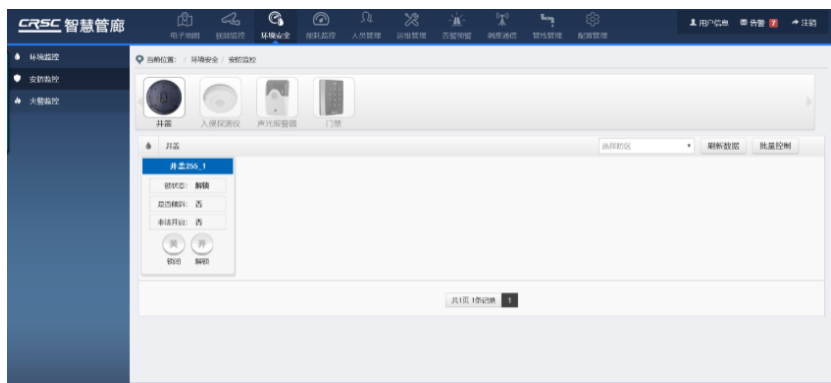


图 地下综合管廊安防监控类设备管理

5. 人员定位

人员管理界面如图所示，界面包括电子地图和人员列表。人员列表分为移动用户和访客。点击列表中某个在管廊内部可进行定位的人员时，可在地图上看到该人员位置。

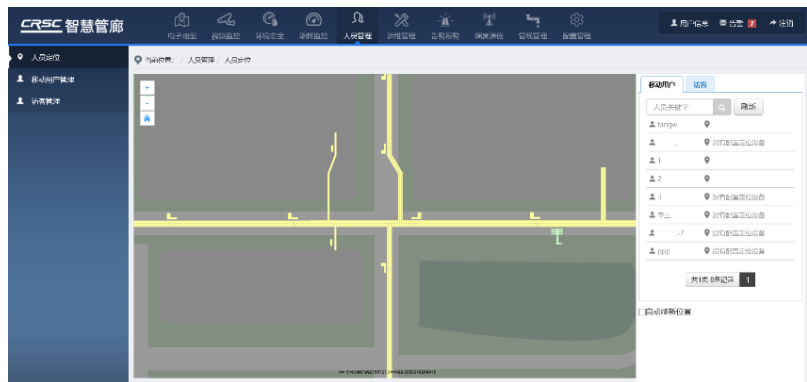
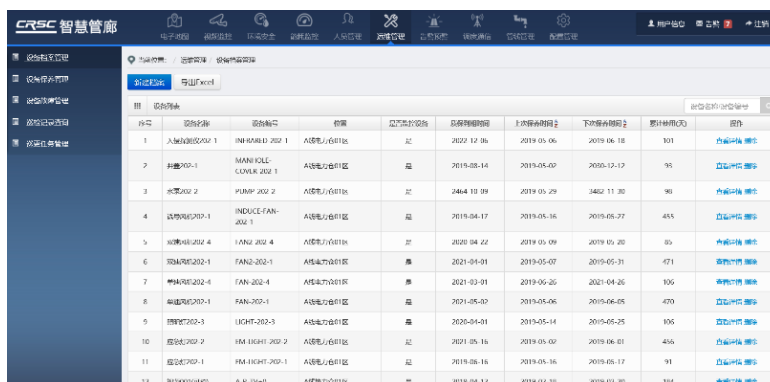


图 地下综合管廊人员定位功能

6. 运维管理

运维管理包括设备档案管理、设备保养管理、设备故障管理、巡检记录管理、巡更任务管理。



序号	设备名称	设备编号	位置	设备类型	设备品牌	上次维护时间	下次维护时间	维护周期(天)	操作
1	人防工程设备 1	10000001	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2022-12-06	2023-05-06	150	查看详情
2	井筒 202-1	MANHOLE-202-1	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2019-05-14	2019-05-07	15	查看详情
3	井筒 202-2	MANHOLE-202-2	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2019-05-29	2019-05-29	15	查看详情
4	井筒 202-3	MANHOLE-202-3	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2019-05-17	2019-05-16	15	查看详情
5	井筒 202-4	MANHOLE-202-4	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2022-04-22	2023-05-09	15	查看详情
6	井筒 202-5	MANHOLE-202-5	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2021-01-01	2019-05-07	15	查看详情
7	井筒 202-6	MANHOLE-202-6	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2021-03-01	2019-05-25	15	查看详情
8	井筒 202-7	MANHOLE-202-7	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2021-05-20	2019-05-06	15	查看详情
9	井筒 202-8	MANHOLE-202-8	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2022-01-01	2019-05-14	15	查看详情
10	井筒 202-9	MANHOLE-202-9	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2021-05-15	2019-05-07	15	查看详情
11	井筒 202-10	MANHOLE-202-10	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2019-05-16	2019-05-17	15	查看详情
12	井筒 202-11	MANHOLE-202-11	人防工程设备 1	人防工程设备	人防工程设备	2019-04-12	2019-05-20	15	查看详情

图 地下综合管廊运维管理记录

管廊监控平台基于现场总线的分布式网络结构，指挥其它各系统的工作，并负责各系统之间的联系与协调。各系统通过中心平台进行信息交换、汇总、显示、统计、打印，为管理人员提供综合信息及决策信息，提供人机接口、手动控制等功能，确保管廊的智能运维及安全运行。主要完成如下功能：

- (1) 掌握综合管廊的运行情况，对异常情况进行处理；
- (2) 定时采集现场设备传送的各种数据；
- (3) 存贮运行情况等数据，根据要求对各种数据进行统计、分析、处理、打印各种报表，并向远程终端控制器发布指令；
- (4) 对系统和设备进行自动检测，并具有故障报警功能；
- (5) 通过设在现场的视频监视系统，监视并记录管廊内的各种情况；
- (6) 接收并处理由紧急电话系统传送的信息；
- (7) 根据管廊内环境监测的数据和不可预见的各种情况的需要，及时启动通风系统。

四、案例建设难点

(一) 地下综合管廊的建设投资多、规模大、涉及面广，建成以后也难于再扩容，要求地下综合管廊建设应有超前意识，达到较高的先进水平且符合实际情况。

应对策略：综合管廊规划设计阶段既要有创新，也要因地制宜，通过准确预测地下管廊服务区域需求，充分考虑机场区域发展动向及趋势。

在管线特性、施工技术、材料性能以及地质条件等方面，充分考虑大兴机场的实际情况，结合能源供给源的位置、道路走向等因素，确定采用“一横两纵”的布

局。

“一横”是指延东西主干道布置，联通能源中心、两座 110kv 中心变电站、给水站等能源场站设施，“两纵”是指向北与机场红线外综合管廊连接，向南与飞行区综合管廊连接，同时由飞行区综合管廊向航站楼输入能源。

（二）地下综合管廊的设计在国外发达国家都有相关的设计规范，已形成比较成熟的技术，但目前国内相关规范还不完善。

应对策略：通过总结分析大兴机场地下综合管廊建设中的设计施工技术，从规划、设计、施工等方面，多层次梳理建设管理经验，制定地下综合管廊设计施工标准。

（三）综合管廊内部电力、通信、供水、燃气等多种市政管线集中在一体建设，具有管线高度集中、附属工程系统庞大的特点。

应对策略：将 BIM 技术全面应用于综合管廊的设计、施工全过程，通过方案模拟、深化设计、管线综合、资源配置、进度优化等应用，避免设计错误及施工返工，能够取得良好的经济、工期效益。

（四）综合管廊有 18 套附属系统，能源系统日常维护效率、事故预报准确率、事故抢修时间等对建设运营提出更高要求。

应对措施：通过搭建一体化智慧管理平台，创新性地系统整合实现了统一化管理，实现运营管理的智慧化、集成化、可视化，为管廊规划设计、工程管理、管线管理、附属设施管理、管廊运维和应急指挥提供智能、高效稳定的服务平台。

五、经验与启示

启示一：加强智慧管廊建设。

智慧管理是综合管廊智慧化、信息化的产物，是利用先进的信息技术，如自动化控制、物联网、云计算、大数据、人工智能等，实现管廊在规划、设计、建设、运营和维护等各方面全方位的智慧化运营和一体化管理。大兴机场综合管廊通过创新性的系统整合实现了统一化管理，提高能源系统日常维护效率以及提高事故预报准确率。

启示二：注重 BIM 技术的应用。

综合管廊设计标准高、施工体量大、周期长，将 BIM 技术全面应用于综合管廊的设计、施工全过程，通过方案模拟、深化设计、管线综合、资源配置、进度优化等应用，利用 BIM 技术对综合管廊进行建模工作，以三维视角提供更为直观的方案展示，结合 BIM 的分析功能，方便设计师进行碰撞检查，将错误及时进行反馈、调

整，保证了设计图纸的质量。通过创建 BIM 管廊数据库，建立 6D 关联数据库，通过模型实现提取材料用料、设备统计、管控造价、预测成本造价，为施工过程造价控制提供科学依据。避免设计错误及施工返工，能够取得良好的经济、工期效益。

启示三：标准规范提炼。

国内综合管廊建设起步较晚，发展缓慢，随着国内工程的实施，吸取成功经验，并总结分析大兴机场地下综合管廊建设中的设计施工技术自身实际情况，从规划、设计、施工等方面，多层次梳理建设管理经验，制定一套符合民航机场行业的设计和建设方面的标准规范。

49 北京博维航空-客桥智能生产运行系统

——北京博维航空设施管理有限公司

一、摘要

随着北京首都机场运输生产的快速发展，北京博维航空设施管理有限公司（简称博维公司）客桥运行保障能力与运输生产高速增长之间的矛盾日益突出，“通讯靠吼、调度靠记，监管靠人盯桥”的运行保障模式效率愈显不足，客桥运行安全压力不断增加，人员资源需求不断增加，安全运行管理难度越来越大。

博维公司决定通过技术创新手段找到破解上述难题的新思路和新方法，通过近两年的反复探索与持续系统建设，形成了一套完整的围绕机场客桥运行保障的智能化生产系统，并在北京首都机场 T1、T2、T3 航站楼正式应用。方案从一线员工自身需求出发，采用由下而上的整体建设思路，完整覆盖了航班流、客桥资源监控、人员资源监控，搭建了一套客桥智能生产运行系统，实现资源调配监控、安全防控预警、数据互联共享四大平台，融合 ASUP 系统、ADS-B 飞行数据、IMF 预计落地时间、数据中心平台、保障车辆定位等多源数据，解决了长期困扰现场运行保障、资源监控、生产保障的疑难问题，提升了客桥运行安全的管控能力，改善了保障人员操作的便捷化。系统覆盖北京首都机场所有廊桥以及桥载设备，共 197 个桥位的生产保障，有效提升了航班保障进程监控、运行效率和安全管理水平。

二、引言

2018 年 2 月至 6 月，系统完成了一期开发，在 T1 航站楼进行了模拟实验，整体由综合信息管理系统、运行监控中心、智能手持终端三大模块构成，系统能够根据客桥运行业务的航班保障规则，生成保障任务，如：准备桥、对桥、巡桥、撤桥等，客桥操作员不用再时刻紧盯航班信息，只要根据手持移动终端的提示进行作业即可，如果未及时执行任务，系统将向系统管理员报警。

系统的 1.0 版本于 2018 年 6 月开始逐步运用到 T2 和 T3 航站楼，反映出的问题却与大家的期望不同，因为三座航站楼流量控制、特殊天气、重要保障、落地位置等不同原因，造成航班信息与现场情况大相径庭。反映到员工使用中的几个最明显的问题便是：（1）航班落地时间不准确；（2）航班到达机位时间不准确；（3）多个任务冲突。

为了解决上面三个问题，技术团队花费了超过半年的时间进行攻关，首先接入了 IMF 数据，根据航班二次雷达发送的实时经纬度数据，测算出更精准的航班“二次预落”时间；其次，建立场坪航班数据模型，记录每一天的航班起落方向、排队

情况以及各条跑道落地后的航班到达各个机位的时间。使数据模型可以对飞机落地后到达机位的时间进行预估；最后，通过再次优化系统任务的分配算法，将模型与评价函数构建相结合，使得任务匹配的精确度进一步提高。



图 客桥智能生产运行系统示意图

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

该系统目前在首都机场 T1、T2、T3 航站楼运行良好，现阶段已开展向北京大兴国际机场进行推广使用，项目进展方面主要包括以下几个方面：

1. 系统完善优化

坚持问题反馈机制，对接一线生产，及时处置一线需求，项目组对收集的问题进行研讨总结，先后对任务分配算法、数据外部共享、特殊航班策略等方面进行优化升级。同时，推进将运营商物联网卡替换为机场 1.8G 专网的相关工作，提高无线传输的安全性和可靠性，有效避免公网环境下数据响应不及时以及数据存在安全风险等问题。

2. 大兴机场推广应用

大兴机场共计 104 个登机桥，168 个桥头，迫切需要客桥智能生产运行系统的部署应用，以改善客桥服务保障品质。项目组根据大兴机场实际场景、数据资源环境、保障业务流程等因素，结合首都机场项目建设运行经验，于 2020 年启动大兴机场客桥智能生产运行系统推广应用工作，对客桥作业人员智能排班数学模型、客桥作业任务智能分配数学模型以及各种分配优化算法进行模拟及业务验证。

3. 系统功能拓展

在前期建设运行的基础上，拓宽系统的业务和管理范围，以“大数据”为平台，建立桥载模块，与现有系统关联匹配，实现桥载保障任务全流程智能分配及监控；扩展运控保障模块功能，实现客桥保障从运控管理到任务执行的全流程覆盖；引入

图像识别技术，结合现有 360° 保障拍传功能，对重点画面自动记录与预警；进一步探索业务保障数据在综合管理方面的应用，为管理决策提供数据支持。

（二）阶段成效介绍

在机场客桥运行的生产保障、安全管理、数据统计、辅助决策等方面开展客桥智能生产运行系统应用，大大提高机场客桥运行保障效率，阶段成效显著。

1. 推动客桥运行业务信息化建设发展

智能手持终端实现了航班信息查询、指令消息接收、360 运行保障、航班保障监控、一键交接班等功能，便于一线人员在操作客桥保障过程中按照执行标准进行音视频等多种形式的拍传、确认相关信息。通过智能终端，让保障人员轻松获知当前航班状态及任务信息，保障人员也可以及时了解实时保障情况，并且减少了操作人员手写纸质记录的繁琐流程，大大提高了保障效率。



图 运行保障示意图

2. 提高客桥运行业务水平

基于首都机场客桥业务运行保障流程分析，改变了传统的“人盯桥”生产保障方式，通过对航班全流程的自动化监控，建立安全预警机制，实现保障流程的关键环节提醒，实现了岗位人员资质系统化管理，将人员资质与机型操作范围进行匹配关联，杜绝超越资质边界作业情况的发生；建立系统关联预警，有效防范员工疲劳作业、错忘漏事件的发生。

3. 提升客桥运行保障效率

客桥运行生产系统实现了自动派工及调度功能，结合员工排班计划、员工操作等级、人员区域分工等因素可精准将客桥保障任务分配到人，全程系统自动完成，工时利用率高达 75.2%；该系统还实现了航班保障过程的全链条动态可视化监控，调度人员可直观监控各区域的航班保障情况，避免了其他信息的干扰。

另外系统具备特殊情况处置能力，对航班取消、机位变更等复杂情况，通过发送指令消息提醒，避免了操作人员的遗漏、错接。

表 系统应用前后数据对比表

项目	2018-19年同期	2019.11-2020.2
保障航班	51352	40828
多人多桥率	99.96%	100%
对撤桥不及时现象	0.49‰ (4次)	0
质检量	5746	40828
违章率	15.66‰ (9次)	1.47‰ (6次)
人员需求	116	96-100

4. 建立多元化生产系统

客桥智能生产运行系统引入多个数据源，加强数据管理与应用，融入数据采集技术，多源数据融合处理技术，打破数据传输壁垒；在此基础上拓宽范围，建立标准接口协议，实现与首都机场 ASUP 系统、数据中心系统、ADS-B 系统、集团公司 IMF 系统、场内车辆定位的数据共享，预测航班落地时间，准确率高达 99%，有效解决了因航班预测不准导致的资源晚到和空耗问题。

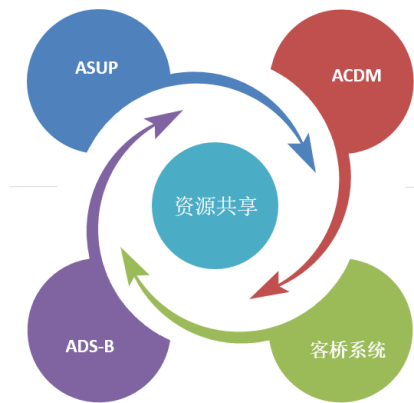


图 系统数据实时共享示意图

5. 建立数字语音融合平台

在语音通讯方面，开发了数字语音融合平台，应用数字化的语音通讯工具，解决传统对讲机误听、漏听以及高峰占频难题；另外与保障工作相结合，改变了传统保障模式，提高了沟通效率。

四、案例建设难点

（一）任务分配关联因素多

客桥运行涉及诸多保障因素，如任务性质、人员资质、人员分工、人员最优路线、人员占用情况等，在任务分配时要综合考虑。

应对策略：系统通过对人员资质的管理、动态显示人员占用比率、设计最优路线规划算法等方式，辅助值班人员完成任务分配。

（二）航班时间准确度不理想

在客桥运行保障过程中，航班关键节点时间是制约系统任务分配有效性的核心因素，虽然系统初期接入了 ASUP 系统，能够获取预落时间，但预落时间数据不够精准，致使系统任务分配及时性和准确性较差。

应对策略：针对此问题，系统新接入了 IMF 数据，在原航班信息系统提供的预落时间基础上，测算“二次预落”时间，系统根据实时修正的数据对现场工作进行更加精准地调度和任务分配，任务分配合理性极大提升。

（三）业务流程优化固化

在方案设计和系统建设过程中，和一线管理及保障人员研讨沟通最多的问题就是作业流程，如何将技术与管理相结合，如何突破原有运行流程后，在确保提升效率和安全的前提下，得到员工的认可，是项目推进的一个难点。

应对策略：项目组不断提出解决方案、不断测试验证，最终探索出了一套适合客桥运行的业务模式和管理模式，实施了业务流程和管理流程的再造。

（四）计划外特殊保障任务分配

机位的临时变更、机型的临时变更、进出港类型的变更，此类航班信息的变更都会对客桥的保障任务发生改变，航班信息变更的实时性就会存在问题，任务变更不及时就有可能造成保障人员迟到，可操作机型权限不足、人员分配不是最优等问题，因此，特殊的航班信息的变更对客桥任务保障规则及任务分配最优化是本项目存在的一个难点。

应对策略：目前系统已研发出一套航班特殊情况的客桥任务处置规则，可正常处理解决大部分航班特殊情况的任务最优化分配。

五、经验与启示

根据目前的阶段性成果，我们总结了一些经验：

启示一：不能固守呆板思维，要随着业态发展看问题，并抱着不破不立的心态，反思当前管理模式、运行模式的缺陷。

启示二：在无法打破传统管理模式、运行模式的桎梏时，主动寻求科技手段来提升工作效率，祛除人工劳作和监管无法覆盖的工作节点。

启示三：设计之初便基于业内最复杂的模型——首都机场，有利于项目向下兼

容，便于项目成功后向其他机场甚至全行业复制；

启示四：将时下最先进的科技成果运用至业务范围内，在解决对撤桥不及时问题的同时，举一反三，利用大数据在运行生产中体现的及时性和可追溯性，横向击破质量控制和工作评价的固化模式；

启示五：以“缩减人为不可控环节，提高人工操作环节的稳定性”为理念，合理地将系统功能融入原有工作流程中，初步形成了对人力密集型岗位，如何通过合理嵌入人工智能技术，高效实现工作目标的理论基础。

启示六：鉴于智能系统对于工作任务的高度可监控性以及对于员工工作水平的评价合理性，在贴合工作流程、节点设置准确的情况下，本案例可在机场部分业务推广。另，本案例也可适用于物流、售后服务等任务指向性较强的行业。

50 天津滨海机场-InSAR 技术在机场净空保护区监测巡查的 研发及应用

——天津滨海国际机场股份有限公司

一、摘要

近年来，国内多个机场都相继出现了净空问题导致机场被迫提高天气标准、修改飞行程序、限制容量甚至被迫搬迁的事件，造成了巨大的经济损失和负面社会影响。为解决上述问题，天津机场采取多种手段加强净空管理，但依靠传统的巡视方式仍很难对天津机场净空保护区（1019km²）内所有建筑物做到及时发现、及时处理，巡视检查针对性不强，效率低。

项目利用合成孔径雷达干涉测量技术（简称：InSAR 技术）在地表形变监测领域所独有的范围大、精度高、全天时、全天候等优点，自主研发国内首个 InSAR 净空智慧监测系统，对净空保护区内全部建筑物高度变化情况进行周期性监测和自动预警，大幅提高净空巡视效率，降低人工成本投入，实现预防式的安全风险管控，显著提高净空管理水平，有效保障飞行安全。

为进一步促进国产卫星行业化应用，降低使用成本，项目组开展二期研究，攻克技术难题，将国外卫星数据更换为国产高分系列卫星数据，使用成本直接降低 60%，并进一步优化升级系统结构和功能，提升系统应用推广价值。项目得到了民航局的高度认可，受到了国内多个机场的高度关注。首都机场集团计划在 8 个干线机场率先推广使用。同时，系统得到空军的高度关注，已受邀向相关单位进行多次推介。

二、引言

“InSAR 技术在机场净空保护区监测巡查的研发及应用”是 2017 年民航安全能力建设项目，于 2017 年 12 月开题，2019 年 4 月结题，总费用 101 万元。

项目通过研究大场景城市 DSM 的快速与自动化提取、基于多源数据的智能化变化监测方法、基于 InSAR 技术的建筑物高度反演以及基于层次分析法的预警阈值体系，成功建立 InSAR 净空智慧监测系统。系统构建三维城市地图（见后图），精确采集净空保护区范围内全部建筑物（约 30 万栋）的坐标及高程数据，并对建筑物的变化情况进行周期性动态监测，识别率高达 95%以上，高程测量精度高达±1 米。建立分层级的预警阈值体系，自动统计、计算、评估建筑物的超高情况，有效识别已经超高的障碍物和潜在的风险源，并分层级预警（见后图）。建立三维数据库，对所有建筑物进行动态管理。



图 三维城市地图



图 预警阈值体系

天津机场根据预警结果开展靶向式人工巡视，针对不同的预警层级制定不同管控手段，设计巡视路线，大幅提高巡视效率，降低人工成本，有效预防突破障碍物限制高度的事件发生，避免对机场安全运行产生影响以及拆迁带来的巨大经济损失，显著提升净空管理专业化、数字化、智慧化管理水平。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

1. 完成“InSAR 技术在机场净空保护区监测巡查的研发及应用”（二期）研究

完成基于高分辨率光学卫星的建筑物变化监测、基于国产 SAR 卫星的建筑物高度反演以及基于 WebGIS 的净空保护区三维管理平台的研究，实现国产遥感卫星数据在净空保护区建筑物三维动态监测的应用和 InSAR 净空智慧监测系统结构功能的优化升级。

2. 进入天津市成果登记库

项目研究成果经天津市交通运输委员会推荐成功进入天津市成果登记库，有效拓展科研成果的推广渠道，有利于科研成果在其他领域的推广和转化应用，并获得

推荐申报国家、省、市科学技术奖资格。

3. 入选 2021 年度天津市交通运输行业新技术推广清单

经公开征集、形式审查及公示，项目研究成果成功纳入 2021 年度天津市交通运输行业新技术推广清单，由天津市交通运输委员会向各有关单位进行推介，促进新技术的转化应用，有效拓展科研成果的推广渠道。

4. 获得首都机场集团公司科技创新二等奖

项目研究成果获得首都机场集团公司科技创新二等奖（见下图），首都机场集团计划在 8 个干线机场率先推广使用。



图 首都机场集团公司科技创新二等奖

5. 积极探索与新兴技术的融合运用

基于已有的数字化信息管理平台，项目探索引入 5G 通信、人工智能等先进技术，以达到对重点区域、重要建筑的精准实时监测，对风筝、气球、孔明灯等升空物的有效管理，对机场净空保护区净空问题的全面智能感知、自我分析和智能决策，打造适用于机场净空监测的 5G 技术生态。

6. 开展其他领域应用研究

项目积极开发 InSAR 技术的平台功能，开展地面沉降监测、规划方案比选、机场周围环境综合治理等其他领域的应用探索。

（二）阶段成效介绍

1. 降低系统运行成本 60%

InSAR 项目（一期）研发的 InSAR 净空智慧监测系统使用的卫星影像和 SAR 数据分别来自美国和德国，数据成本较高。项目组通过开展二期研究，将系统使用的

数据来源更换为国产高分系列卫星，在保证监测精度的基础上，大幅降低系统运行成本，费用减少近 60 %，并有效提高系统稳定程度和安全性能，进一步促进了国产卫星的行业化应用。

2. 提高系统使用效能

通过对系统结构和功能的优化升级，科学建立分层级的预警阈值体系，升级三维数据库，根据工作实际整合数据资源、统一数据统计口径、优化数据显示形式，增加各类绘图、分类管理功能（见图 4），提升机场净空管理智慧化、精细化管理水平。

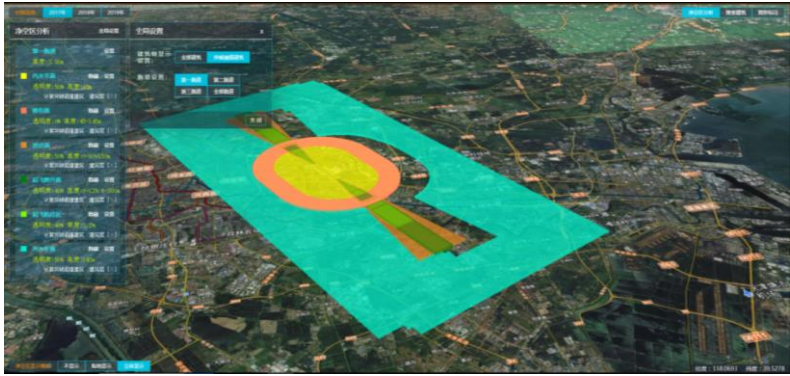


图 单跑道超高分析

3. 获得一个软件著作权

2020 年 6 月 17 日，“基于三维 GIS 和国产卫星数据的净空智慧监测与管理平台”通过中国版权保护中心审核，获得中华人民共和国国家版权局计算机软件著作权登记证书（见图 5），该成果将得到中国版权保护中心的有效保护。



图 软件著作权登记

4. 发表三篇论文

项目组总结研发经验和成果，在核心期刊《测绘通报》上发表《基于多源遥感数据的净空区建筑物三维动态监测》论文一篇，在《北京工业职业技术学院学报》上发表《基于 Cesium 的机场净空保护区三维可视化管理》、《基于 GIS 和高分辨 SAR 数据的机场净空建筑物高度提取》论文两篇。

四、案例建设难点

（一）攻克技术难关，促进国产卫星遥感技术的应用

国产卫星在行业化应用适应性方面还存在一定不足，如定位误差大、影像清晰度低、电磁散射系数不稳定等。项目组提出基于 RPC 模型和仿射变换优化模型的自检校光束法区域网平差方法以及融合 RPC 模型与 RD 模型、最小二乘法的正射纠正方法，实现优于 1:5000 的正射纠正。通过“面向对象的影像分割-数学形态学综合描述-随机森林分类”和基于像素分组、多视处理、参考高程、模型选择的 RM-RELAX 方法，实现高准确率的建筑物智能识别、变化监测和高度反演。此外，随着用户数量不断增加，使用数据不断增加，通过大数据分析不断迭代优化系统各项功能，改善国产卫星行业化应用水土不服的问题。

（二）模式创新，推进项目的产业化推广

InSAR 净空智慧监测系统建立的三维城市地图和三维数据库的数据来源大部分依赖于系统使用单位所在地区的卫星数据，而各个地区相关数据的拥有单位、使用费用、管理方式等都大不相同，需要结合实际情况逐一定制工作方案。卫星数据的处理和分析也需要依靠专业人才和专用设备。因此，无法简单的通过购买系统的方式实现产业化推广。

针对推广成本较高的问题，可通过大型集团公司统一采购的形式降低数据成本，集团公司统一系统架构，统一数据格式，一次开发就可同时满足多个机场的使用需求，也便于开展大数据分析。首都机场集团也计划率先在 8 个干线机场进行统一推广应用。

为进一步促进国产卫星行业化应用，国家已将多个卫星数据免费发放至各地卫星中心。如高分 2 号卫星数据已向国内多个城市免费发放，高分 3 号卫星数据也已向部分城市进行定向发放。机场可与地方政府相关部门加强沟通，低成本甚至免费获取卫星数据，充分开发利用当地卫星中心已有资源和技术力量，开展深度合作，建立“数据采购+技术服务+行业管理”的一体化推广模式。

五、经验与启示

启示一：紧跟科技发展步伐，创新新兴技术应用

我国科学技术的发展日新月异，科技知识的更新速度瞬息万变，我们必须时刻

保持学习的状态，不断开拓科技信息获取渠道，积极参加专题讲座、学术论坛、科技成果展等学术交流活动，了解国内外各行各业科技研发的新趋势、新变化，感受新兴技术应用产生的实际效用，打通跨行业、跨领域间科技信息的交流通道，增强科技研发与实际生产需求之间的信息交流。同时，还需大力强化科技创新意识，培养创新能力，在实际工作中深入挖掘潜在的问题、不足，找到可进行优化提升的方面，融合新思想、新技术，获取解决问题、提升管理水平的新思路、新方法，积极落实实施，以解决实际工作需求为导向，带动新兴技术从科技研发走向市场应用。

启示二：勇于做有意义的“试错”

“试错”是一种打破固有思考模式，在实际尝试中深刻领悟、仔细思考的过程。我们要学会“试错”，拥有敢于去试的勇气，有目的、有方向、有质量的试，并努力坚持，完成设想。在科研工作的“试错”过程中，可以准确发现矛盾、发现疏漏、发现偏差，纠错实践、触类旁通，小步试错、快速迭代，不断总结经验教训、修正方向，有助于尽快找到正确的路径和方法，有助于提出新要求、新设想，自觉驱动，实现不断的自我超越、自我革新，最终创造国际一流、国内领先的研究成果。

51 辽宁机场集团-机场行机场共用旅客服务平台

——辽宁省机场管理集团有限公司
中国民航信息集团有限公司

一、摘要

随着中国的云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能、在线支付等新兴技术的成熟普及，民航业发展也因为旅客更高的要求而加快节奏。辽宁省机场管理集团有限公司为积极响应民航局的“四型机场”建设，与中国民航信息集团有限公司联手打造“机场行”旅客综合服务平台，围绕“服务”这一机场核心业务，将传统业务数字化、在线化，提升机场服务水平，提高旅客满意度，打造平安机场、绿色机场、智慧机场和人文机场，重塑“机场印象”。

“机场行”于2020年7月上线测试运行，经过不断优化调整，目前已在沈阳桃仙国际机场全面落地。

二、引言

机场服务在整个民航服务链条上占据不可忽视的比重，尤其对于短途航线，旅客在机场的服务接触点、服务时长甚至超过航空公司提供的机上服务。然而，旅客对于机场服务的印象却大不相同。对于乘机经验较少的旅客，机场印象可能是胆怯、焦虑；对于抵达陌生机场的旅客，机场印象可能是迷茫、无助；对于常旅客，机场印象可能是没有创新、缺乏特色。

如何在大数据时代下重塑“机场印象”，是机场需要重点解决的难题。辽宁机场集团与中航信合作，聚焦旅客需求的“靶心”，设计打造了“机场行”旅客服务平台及前端APP，将传统服务升级为智慧服务，将后续处置升级为前置提醒，将“迷茫”重塑为“清晰”，将被动服务升级为主动服务，将“焦虑”重塑为“惬意”，全面优化旅客对于机场服务的体验，将“缺乏特色”重塑为“私人定制”，强化旅客对于民航出行的粘性。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

目前沈阳桃仙机场已经在“机场行”APP上建立了完整的桃仙机场专区，为旅客在出行不同阶段提供了全流程的服务。



旅客在订票成功后，可以在第一时间收到出票提醒，关注自己航班的状态。航班值机开放后，旅客可以进行移动端的值机选座办理电子登机牌。

“机场行”在旅客到达机场前就给出了详细的机场介绍，提供智能导航和旅客须知问答功能，帮助旅客在去机场前做好行程规划和准备，将后续处置升级为前置提醒，将“迷茫”重塑为“清晰”。

在旅客到达机场后，打开 APP 可看到室内地图、室内导航指引，可看到自己的登机口、安检口及所需的常用公共设施位置和距离。桃仙机场尊享服务、易登机休息室、失物招领、特殊旅客服务等，已全部上线机场行，并支持在线浏览、预订等服务，实现业务完成全流程闭环。

桃仙机场 T3 航站楼 80 家店铺有 70 家已经顺利对接在“机场行”平台上线，在线销售商品数量超过 1200 件。餐饮全面上线在线点餐、团购、优惠买单等功能，零售以在线展示为主，旅客可在线浏览机场商业分布、店铺位置、品牌特色、经营内容、平均消费等信息，同时也支持在线下单预订的方式。

（二）阶段成效介绍

1. 旅客体验

旅客通过使用机场行，显著提高了机场的出行体验，主要体现在以下几点：

1) **轻松了，不急了。**机场行通过安检排队时间提醒、室内导航、在线值机与电子登机牌、机场百晓生、登机口变更提醒、登机提醒等功能，简化了旅客在机场的操作，使得旅客可以全面及时的了解各类出行信息，大大减轻了旅客机场出行时的焦虑情绪，将原来枯燥的登机口等待变成了机场内的浏览消费。

2) **透明了，敢买了。**通过机场行中的商业板块，桃仙机场将机场店铺、商品进行了数字化上线，让消费透明、让服务前置，推动商业同城同质同价的良性运营。旅客可以在线浏览机场内所有商业店铺的分布、售卖商品与消费水平，打消“机场

高消费”的认识误区，将“焦虑”消费重塑为“惬意”消费。



2. 疫情防控

疫情期间表现出色。根据疫情防控需要，快速上线“民航旅客健康申明”、“新冠病毒确诊患者同航班自动通知”、“新冠患者同乘航班查询”、“机场流量&航班拥挤度查询”、“机场员工健康、流动情况报备系统”、“疫码通”等 6 大疫情防控模块，累计使用人次超过 360 万，为机场以信息化手段抗击疫情、阻断疫情的传播扩散发挥了重大作用。

3. 利用旅客中台服务能力为机场赋能

桃仙机场原有的 APP 和小程序等自建前端，需要“机场大屏”、“值机”等能力支撑，优势是旅客办理值机后显示“登机牌”的功能为机场刚需。“机场行”项目团队牢记“共建行业生态，为旅客服务”的历史使命，依托全国旅客服务平台提供 H5、SDK 包等完全免费的方案响应桃仙机场需求，并最终确定以 H5 方式为桃仙机场 APP、小程序提供技术赋能，在开发人员不足，任务排期较长的不利条件下，将该项目的优先级调至最高，“值机”和“显示登机牌”功能已经测试上线，其他全部功能预计 9 月份之前，能够全部完成开发工作。

4. 贵宾分销

6 月份，应桃仙机场商旅保障部需求，为能够解决“易登机”产品的线上分销问题，“机场行”开发贵宾“易登机”产品核销功能模块，以独立小程序对接贵宾系统，以二维码为线上和线下推广手段。并将产品上线机场行平台，丰富了产品分销渠道，支持了线下员工推广工具。

5. ERP 系统对接

目前，“机场行”正在与机场商业 ERP 系统进行对接，对接完毕后，机场商业线

上线下“人货场”将全面打通，为构建机场环境下的新零售业态打下基础。

四、案例建设难点

（一）涉及内容广，实施难度大

机场的数字化转型，不仅包含大量信息化系统和终端的建设工作，更重要的是打通机场各部门业务线上线下流程，这对于机场的业务管理与平台设计开发都提出了更高的要求。建设过程其实也是业务数字化重建的过程。

为更好推进“机场行”旅客服务平台的真正落地，辽宁机场集团成立“机场行”上线工作小组，成员包括规划、财务、航站楼、商业、信息、商旅、地服、人力资源等多个部门负责人及中航信技术与运营人员。工作小组各成员通力合作，对机场行涉及的业务流程进行了全面的重新梳理，并进行了多轮次的员工培训，确保前端业务能够实际落地，让旅客享受更惬意的机场服务。

（二）旅客推广难

很多大中型机场都建设了自己的数字化旅客服务产品，但是通常服务范围只能覆盖自己单独机场，导致旅客每抵达一个新机场都有一个新的 APP、小程序，需要下载关注不同的界面，复杂而繁琐。这就导致旅客对于机场的 APP 产品存在一定的顾虑，不愿意下载使用。

桃仙机场和中航信在最初规划“机场行”这个产品时，就立足于为更多机场提供平台与能力支撑这个出发点，“机场行”力不仅覆盖供桃仙机场自身，每个机场均可在这个平台上构建自己的专区，为旅客提供覆盖全部行程的服务，真正实现旅客通过一个“APP 走遍全国机场”。

但必须承认，辽宁省机场集团和机场行旅客服务平台都不具备互联网公司的推广条件，而航空出行又是低频小众的出行模

（三）数据问题和安全问题影响

机场行作为一款即涉及旅客民航行程隐私，又涵盖电商交易的互联网 APP，面临严重的网络安全问题与数据安全问题，如何在确保系统安全稳定、旅客隐私数据无泄露风险的情况下为旅客提供更加便捷、智慧的机场出行服务，就成了摆在机场行面前的难题。

辽宁省机场集团和中航信严格遵守《网络安全法》和数据使用规范（今年 9 月 1 日《数据安全法》亦将出台），将数据及安全放在产品的首位，时刻要求在保证旅客使用产品的同时必须将风险降到最低。机场行团队对此专项投入了巨大的技术资源、人力资源与硬件资源，对平台安全架构、多平台交互、内容呈现等均进行了反复的安全论证和设计开发，对于可能存在风险的功能模块进行了取舍，并进行了多

轮次的安全渗透测试，从而保证了整体系统与旅客数据的安全。

五、经验与启示

机场旅客服务产品的建设是一个综合性课题，需要技术、数据等全面的能力支撑。辽宁省机场管理集团虽然有自己较强的信息技术团队，但是独立打造一个功能完备，符合旅客实际需求的产品依然存在极大的困难，特别是在手机值机、电子登机牌、行程管理、机场商业等旅客最为关心的功能模块上，机场自有团队根本无法独立建设。辽宁省机场管理集团与中航信合作共同打造“机场行”，机场输出自身对于机场旅客服务的深刻理解，中航信依托“全国机场协调服务平台”提供产品技术与数据资源支持。通过这种强强联手，既解决了机场自身的技术能力短板，缩短建设周期、降低建设成本，还丰富了中航信“全国机场协调服务平台”的功能建设，可以为更多的机场自有 APP 提供技术与数据能力支撑。解决机场智慧化建设中重复造轮子的问题，也为其他机场的四型机场建设提供可参考的案例示范。

面对高铁的快速发展，面对新冠疫情的冲击和挑战，提升机场服务体验、增强民航旅客粘性，从而带动相关民航主体单位的经济效益，是时代赋予我们的使命。坦诚的讲，从“要我去机场”转变成“我要去机场”，还有很长的一段路要走。“机场行”是一次有益的尝试和探索，辽宁省机场集团期待与广大民航同仁一道，为推进四型机场建设、实现机场高质量发展贡献自己的力量。

52 上海浦东机场-智慧场区建设项目

——上海机场（集团）有限公司

一、摘要

浦东机场场区日常运行管理同时具有广度、深度、幅度大的特点，经常会引发外来违规施工、违规排水、偷倒垃圾、偷种作物等各种违规行为。同时，浦东机场场区还承担着浦东机场整体防汛指挥、区域环境卫生管理等重要职责。针对场区日常管理的难点和痛点，浦东机场场区以信息化建设为切入点，逐步形成了以“一个平台”（智慧场区管理平台）为核心，“四大中心”（运行中心、应急中心、信息中心、服务中心）为框架，“六大功能”（防汛指挥、安全管理、区域巡视、应急处置、施工管理、环境监测）为支撑的智慧运行管理模式，通过新兴物联设备及智能化技术在场区管理中的广泛应用，有效解决了场区点多面广的管理难点，形成了一套科学、智能、高效的管理系统和运行机制。

二、引言

浦东机场场区管辖面积 40 多平方公里，大小相当于一个上海市中心行政区，管理内容包括：214 万平方米道路、260 万平方米公共绿化、92 公里市政道路、16000 余套路灯照明、24 座雨污水泵站、206 公里雨污水管道、43 公里围场河、1.5 平方公里人工湖、1.9 万亩预留发展用地等资产，覆盖 20 余个专业项目。面对如此庞杂的管理内容，管理部运行管理呈现出三大管理特点：

一是管理广度大。浦东机场场区面积大，南北跨度 20 公里，东西跨度 5 公里，四至范围 36 公里。由于人力物力有限，仍存在关注重点区域、忽略偏远地区等顾此失彼，以及首尾难以全面兼顾的现象。

二是管理幅度大。场区所辖的专业项目五花八门，涵盖电力、水务、绿化、保洁、物业、食堂等 10 余个行业门类。由于人防、物防、技防等方面运行模式单一且互相独立，缺少有效结合，这一情况增加了日常管理的难度，需要在管理深度上满足复合型以及统筹兼顾、触类旁通的管理要求。

三是管理难度大。面对场区范围大，突发状况时有发生的情况，现场信息靠不间断人工巡视、层层传递，信息传输效率低，覆盖频次低，难以满足当下枢纽机场现场运行管控的需要。同时，水环境治理、垃圾分类、合规排放等等各类环保标准不断提高，也要求我们进一步采取有效措施，不断在管理效能上下功夫，进一步擦亮场区管理的“眼睛”，及时发现问题解决问题。

面对如此庞大的管理面积和庞杂的管理内容，如何保持场区平稳有序、安全运

行，如何及时发现、有效处置出现的问题和突发事件，一直是浦东机场场区管理的难点和痛点。因此，利用新一代信息技术，解决在人防、物防、技防等传统管理模式上的瓶颈与不足，进一步提升管理能级，智慧场区的理念因此应运而生。

三、现阶段工作

（一）建设进展情况

1. 智慧防汛系统建设

浦东机场场区承担了机场整体防汛的管理职能，因此我们以浦东机场防汛体系整合作为突破口，全面打造智慧防汛系统。通过建设雨量终端，形成气象和预警模块；整合防汛人员和物资，形成运行保障模块；建设电子水尺，形成道路积水模块；改造雨水泵站、出海泵闸信息化系统，形成一二级排水运行监控模块。最后，通过对以上环节进行数据采集和应用，形成突发事件处置和综合汛情分析模块，并最终模拟形成分区预警模块，综合研判整体防汛形势。

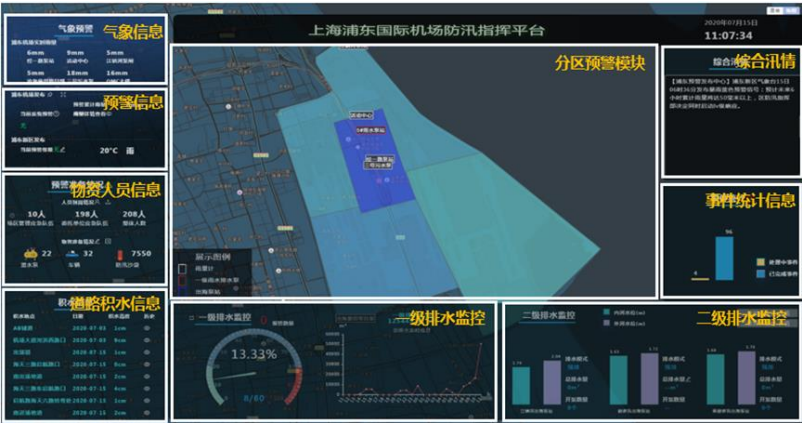


图 智慧防汛系统

2. 智慧物联系统建设

为有效解决场区管理广度大、幅度大、难度大对运行管控带来的难点，持续提升场区范围内现场巡视能力和应急处置能力，我们按照“运行有序、应急到位、数智支撑、平台管控”的总体思路，推进“块、线、点”的网格化、扁平化运行管控模式，加强数字化、智慧化的物防和技防建设，通过加大各类物联终端设备的投放，设定各种区域巡视路线，开发应急处置的工作流程和算法应用，助推场区深化日常运行管理。



图 智慧物联系统

3. 智慧环境系统建设

随着环保工作的要求日益提高，我们结合绿色机场建设需求，加大了智能化环保设备的投入和运用，根据浦东机场场区水质、大气、噪声等多类环境指标，建设了6个地表水监测站、2个空气质量监测站、2个颗粒物噪声监测站，实现了浦东机场环境信息的全自动监测，全方位收集浦东机场关键环境数据。

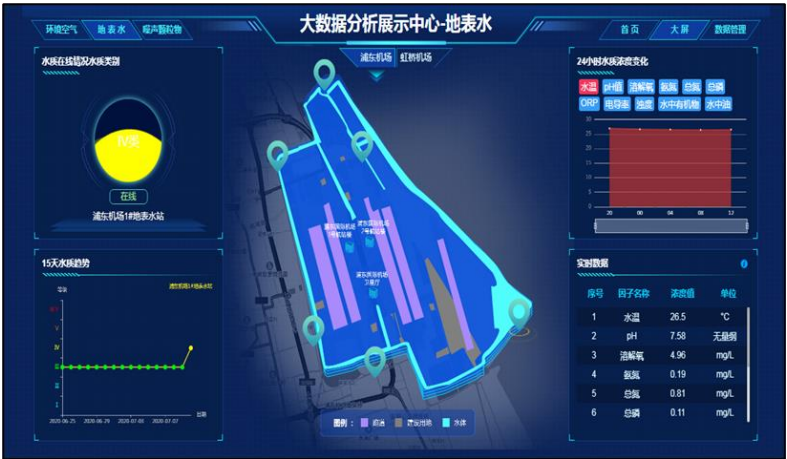


图 智慧环境系统

4. 智慧服务系统建设。

浦东机场场区现共有3类22项对外公共业务，为了进一步提高驻场单位的办事效率，我们对标政府办事平台，围绕“高效办成一件事”，对场区现有的施工、安全、环保等一站式对外业务，按照线上线下融合的要求，开发“一网通办”平台，对这些对外公共业务方面进行了业务整合和流程重塑，为场区驻场单位提供一个更为便捷、高效、人性化的服务。



图 智慧服务系统

(二) 建设成效

1. 精准预警，打造全盘视野。

智慧防汛系统通过对浦东机场防汛各个环节进行全流程梳理，从预警发布，到道路、泵站、围场河以及出海泵闸的全面关联整合，打造起完整的防汛智慧系统，有效地辅助了防汛智慧决策。比如，我们将浦东机场 40 多平方公里的范围，网格化设置为 5 个区域，分别设置 13 个实时雨量统计终端，通过算法计算出更精准的小范围气象信息，一旦发生局部雨情，能够实时分色显示不同区域雨情变化情况，及时调整防汛等级；又比如，在机场范围各个重要路段设置了电子水尺，实时反应道路积水情况，并将积水点信息以热力图的方式呈现在地图上，便于防汛期间及时做好防汛指挥调度工作。智慧防汛系统建成后，能根据系统数据，较气象台更为精准地发布本地预警，预警准确和及时率 100%；现场积水和排水联动，较以往平均 1 小时指令耗时，缩短至 5 分钟，防汛保障能力显著提升。



图 实时雨量统计终端采集雨量信息

2. 智能物联，助力深化管理

目前，我们结合场区日常运行管理实际，已试点投放了包括智慧定位、智慧井盖、智慧烟感、智慧垃圾桶等 14 类近 260 余个远程终端，涵盖场区关键环节、由远及近、由主及次的各个角落，有效提升了问题发现能力。比如，我们在 15 辆巡视车辆上加装车载定位设备，并基于候机楼周边道路、四期建设工程、夜间巡视等重点区域和重点时段设定了 17 种巡视路线，规定行驶路径，设定巡视里程和频次，做到实施监控车辆巡视路径，现场巡视效率与发现解决问题的能力显著提升，月度现场问题发现率从 3000 起提升至 8000 余起，提升达 270%，现场运控能级上一台阶。

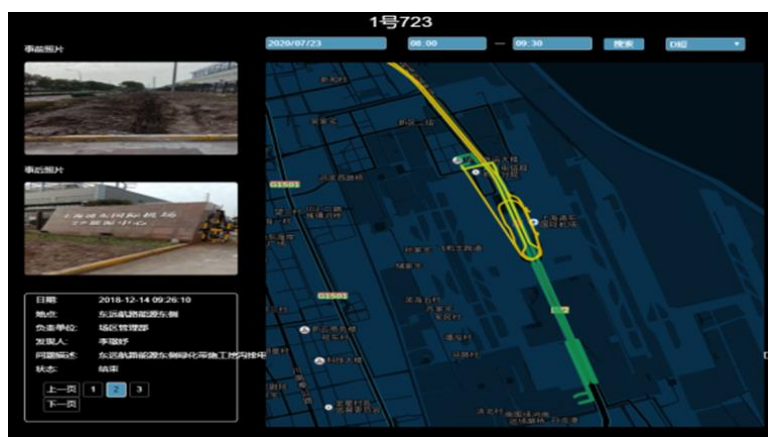


图 物联系统实施监控车辆巡视路径

3. 自动监测，实时获取数据

通过智慧环保系统的开发，实现了浦东机场水质、空气质量、颗粒物浓度的自动监测，以及相关数据及设备运行参数的一屏展示。建成后，浦东机场水环境数据从原先需人工采样实验室分析 3 日完成，目前已实现每四小时一次自动化数据采集，数据分析效率提高了 20 倍，数据采集量也提高了 180 倍。同时，在系统的自动采集、自动分析基础上，实现了自动预警，提高了浦东机场对突发环境事件的应对能力，大量数据样本的积累，也为浦东机场今后环境治理工作提供了数据支持。



图 实施显示当前水质情况

4. 一网通办，搭建一站式服务

该平台开发线上审批系统，改变了以往业务办理需要来回跑的弊端，打破了时间、距离、场所的限制。通过在场区服务中心受理窗口设立自助办理区，申报人只需通过终端机，便可自助进行业务申办及进度查询，为各申报单位审批项目提供“一站式”自助服务。比如，从前施工申报前期，各单位之间传递相关材料至少需要跑5次，而现在所有材料线上提交完成即可，大大节省了不必要的路程时间，方便了各申报单位。自投入运作以来，已累计一网受理各类业务68项，审批周期也从原先的15个工作日缩短至7工作日，办事效率显著提升。



图 区域施工审批展示

四、案例建设难点

浦东机场智慧场区建设项目经过多年的建设取得了阶段性的成果，通过各类物联技术的应用、运行架构的重塑、系统的深度融合，解决了部分在机场公共区域管理中存在的问题，回顾建设历程主要包括以下建设难点：

（一）设备的投放与维护

浦东机场场区管理地域广阔，场区运行态势需求大，设备接电、续航等问题一直是困扰我们硬件投放的最大难点。

应对策略：我们针对各种物联网设备和不同应用场景，均定制个性化安装策略。比如，场区部分区域无电可取，我们就选取了太阳能道路水尺这种新型设备，它不仅摆脱了接电难的问题，同时在建设安装成本上也大大节省了的人工费用。又比如，道路井盖监测选用了设备低功耗、长续航的 NB-IoT 通信网络传输方式，大大降低了日常运行维护需求。

（二）数据的治理与运用

在场区信息化系统推广建设的初期，由于建设年限不同，各个系统并没有深度融合，未能实现功能及应用的深度交互，存在多屏、多系统同时操作的情况，容易造成信息不对称、决策效率低下的情况。

应对策略：我们通过一屏展示方式聚合了各子系统的关键数据，打造集安全、运行、环保等功能于一体的“一网统管”平台，实时了解到场区内的区域化管理、

施工管理、环境监管、视屏监控、施工申报审批等各类业务开展的情况，使得场区运行态势“一屏观全局”，努力做到对于平安场区、人文场区和绿色场区等工作的有效赋能。

（三）资源的整合与调配

以往重点区域的巡视最少也需要 1 小时才能覆盖一次，最快也需要 20 分钟才能到达响应位置，重点区域的快速响应能力一直是困扰场区运行管理的难点。

应对策略：我们将场区进行网格化划分，对现有巡视、值班以及场区驻守队伍等各类应急调动资源进行数字化呈现，利用 AI 算法优化场区应急处置流程。一旦接收突发事件信息后，立即启动应急处置流程，系统将搜索附近可调度的资源，根据距离事发点的距离、路况，规划路径、计算时间，根据响应时限分派任务，由相关人员到场处置。系统建成后，机场重要区域的响应时间已由原来的 20 分钟缩短到了 5 分钟，处置效率和反应速度将大幅提高。

五、经验与启示

全面认识和正确理解信息系统建设是一个逐步深化的过程。这些年我们围绕构建“全域感知”的场区“神经网络”的建设理念，以打造“运行管理一网统管、公共业务一网通办、关键资讯一屏同览”的数字化管理平台为主要建设目标，形成了智慧场区建设的整体框架。在这条建设之路上，我们有过曲折，有过收获，得到了很多经验与启示。

启示一：健全神经网络是深化 AI 技术应用的首要基础。

我们在推进场区智慧化建设的过程中，充分感受到智能化运行场景的开发，离不开智能终端的广泛投入。因此，我们首先对已成熟的物联设备进行扩容，提高覆盖面积，增强区域感知能力，完善神经网络建设，然后加强各类物联终端的信息联动，从单一终端的信息显示升级为多终端信息的智能研判，实现物侧联动的动态整合，为场区管理的智能运营提供“数据、算法和算力”等方面的能力支撑。通过智能终端的大量投放和算法集成，将各系统数据在“场区大脑”内进行整合、存储、交换、共享，实现运行管理的精准分析、整体研判、协同指挥，有效提升场区智慧平台的管理能级。

启示二：业务与技术的紧密融合是智慧化管理的必由之路。

开展智慧化管理转型，本质上是运用信息技术手段为业务工作提升工作质量和效率赋能。脱离业务谈技术，容易陷入不切实际。因此，我们在智慧化建设过程中，始终坚持业务骨干与技术支持的紧密配合，按照数字思维和系统思维的要求，扎实做好流程梳理优化、需求研究确定等方面的基础工作，以场区公共业务“一网通办”

和场区运行管理“一网统管”为牵引，大力推进场区业务整合、业务流程重塑，同时加强与驻场单位、OC 平台的紧密协同，通过智慧赋能持续推进场区的精细化管理。

启示三：智慧化管理是管理变革的有效抓手。

在近几年智慧化建设过程中，场区围绕安全、运行、环保等核心业务，通过完善平台建设构架，实现数据资源整合，优化系统算法算力，推动网格化管理功能落地，有效地增加了运行安全的裕度，提高了运行管理效率，改善了服务管理品质，加快了应急响应速度。大智物移云等各种新型技术所带来的智慧化管理方式引发了我们运行管理工作的深刻变化，而这种变化进一步引发了岗位设置和组织架构的局部调整和优化，促使企业管理从资源扩展的外延式扩展向管理创新的内涵式增长转变，实现了企业可持续发展。

53 杭州萧山机场-新建航站楼及陆侧交通中心工程

智慧工地项目

——杭州萧山国际机场有限公司

一、摘要

杭州萧山国际机场（以下简称“杭州机场”）是全国前十大机场、长三角世界级机场群的核心机场之一，2019 年实现 4000 万人次年旅客吞吐量的历史性跨越，进入全球最繁忙机场行列。为进一步提高杭州乃至浙江省航空与运输保障能力，促进区域经济的平稳、快速发展，满足 2022 年亚运会保障的要求，杭州机场启动三期工程项目（以下简称“三期工程”）建设，主要建设内容包括新建航站楼（T4）及陆侧交通中心（GTC），是浙江省重点基础建设保障项目。项目总投资额近 300 亿元，总建筑面积约 130 万平方米，钢结构最大跨度为 54 米，基坑深度最深约 28.1 米，现场交叉作业多、难度高。为此，杭州机场与时俱进，联合三期项目施工总承包单位中建八局和中建三局开展“智慧工地”的实施管理。“智慧工地”的本质在于整合工程管理干系人与工程施工现场，提高工程管理各干系组织和岗位人员相互交互的方式、明确性、效率、灵活性和响应速度，从而大大提高工程管理信息化水平。

杭州机场三期项目智慧工地按照“以岗位应用为主线、以智能硬件为支撑、以智慧展厅为窗口、以 BIM 技术为辅助”的建设思路，通过设备集成并结合先进的通信、计算机及网络技术，实现以“数据为核心”规范“两项”标准（硬件标准、数据标准），打造“三项能力”（感知能力、决策预测能力、创新能力），最终实现“四个智慧化”（管理智慧化、生产智慧化、监控智慧化、服务智慧化）的智慧工地总体目标。

二、引言

（1）以岗位应用为主线。智慧工地建设的终极目标是为项目管理服务。以智慧工地岗位应用为主线，通过业务替代减轻一线人员工作量，并解决现场工作中的难点和痛点，从而提高协同工作效率，提升项目整体管理水平，推进工程标准化进程。

（2）以智能硬件为支撑。智慧工地智能硬件监测数据可为项目决策提供数据支撑。智能硬件需要“虚实结合”，既有能够满足政府监管要求的硬件，也要有能够真正为项目实际工作提供服务的硬件，技术创新类硬件必不可少。

（3）以智慧展厅为窗口。新建航站楼及陆侧交通中心工程作为三期工程的重点项目，兄弟单位往来参观定然非常频繁。因此，需要有科技与文化相结合、软硬一体的智慧工地展厅作为窗口，以集中展示项目信息化建设成果和科技创新成果。展

厅建设在展示信息化成果的同时，也要展现出本场特色。

(4) 以 BIM 技术为辅助。利用 BIM 模型及虚拟建造技术为支点，通过整合全专业的 BIM 模型以及现场实时工况，综合运用 BIM 协同管理平台及智慧工地平台对施工全过程实现动态、集成和可视化的 4D 施工管理。将建筑物及施工现场 3D 模型与施工进度相链接，并与施工资源和场地布置信息集成一体，建立 4D 施工信息模型。实现建设项目施工阶段工程进度、人力、材料、设备、成本和场地布置的动态集成管理及施工过程的可视化模拟。

三、现阶段工作

(一) 案例最新进展情况

根据《智慧工地实施指导手册》，智慧工地项目已应用了基本技术 11 项，标准技术 11 项，升级技术 18 项，创新技术 15 项，合计 55 项智慧工地技术。具体建设情况如下：

1. 智慧工地构架搭建

平台整体架构分三层设计：感知层（物联硬件监测系统）、业务层（岗位应用软件）和平台层（集成总控系统）。物联硬件服务包括安全智能监测和临建智能弱电，岗位软件应用主要包括安全管理、质量管理、机械管理，智慧工地总控平台以 web 后台、BI 大屏端和移动 APP 为载体，为建筑工程提供了多维度、信息化、智慧化的集成系统服务。



图 智慧工地平台产品架构

2. 软件系统应用

1) 智慧工地平台。根据 SAAS 软件架构和轻量化、易使用的设计要求，智慧工地项目管理软件平台包含移动 app 端、PC 管理后台、BI 大数据总控看板共三个部分。

移动 app 端实现对项目进行智能管控以及智慧化管理、实现智能物联技术的数据对接，满足后期模块的可拓展性以及各层级权限的可配置性，并包含统计、消息提醒、项目概览、通讯录等功能模块。

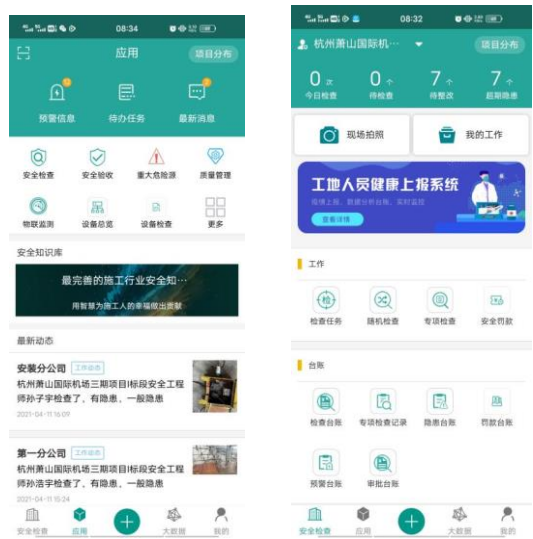


图 移动端软件界面

PC 管理后台统计汇总各台账明细，并形成统计分析和数据报表导出，以便于项目管理人员及时了解现场管理数据。

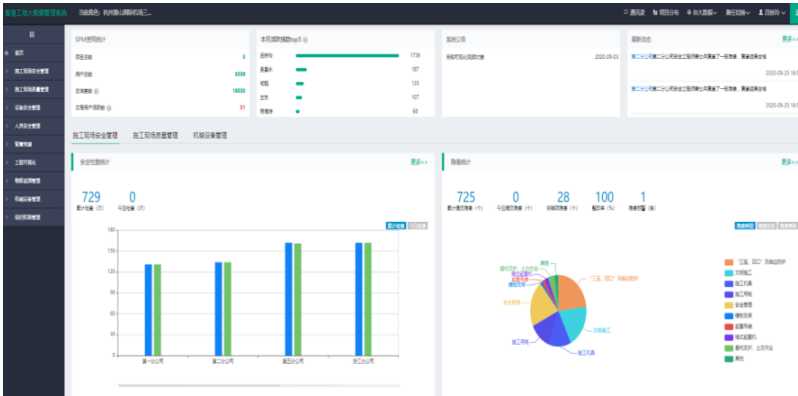


图 智慧工地-PC 后台示意图

BI 大数据总控看板可满足项目“一个屏幕、统一管控”的智慧工地要求，将智慧工地系统的指挥中心、人员管理、机械管理、质量管理、安全管理、AIOT 物联监测、BIM 各大版块内容简单直观地反映到项目指挥部，为项目决策提供便利。



图 总控看板界面示意图

2) 现场安全管理。现场安全管理由安全隐患排查、安全验收、重大危险源管理等系统组成，实现现场安全全流程管理。



图 巡检任务 app 界面示意图

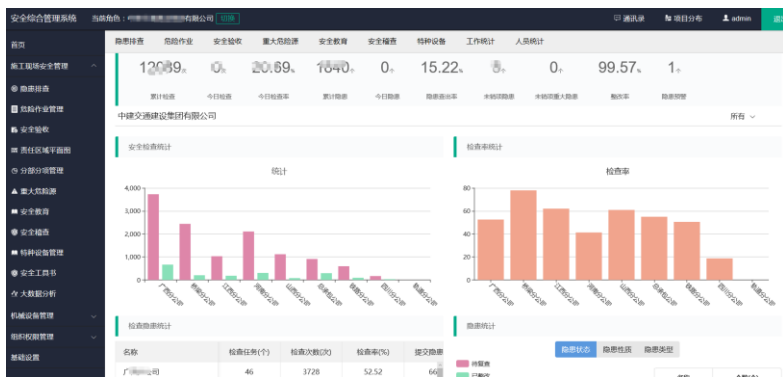


图 安全验收管理系统界面示意图

3) 现场质量管理。现场质量管理由质量检查管理、质量验收管理、实测实量管理、和质量工匠之星等系统组成，实现现场质量全流程管理。

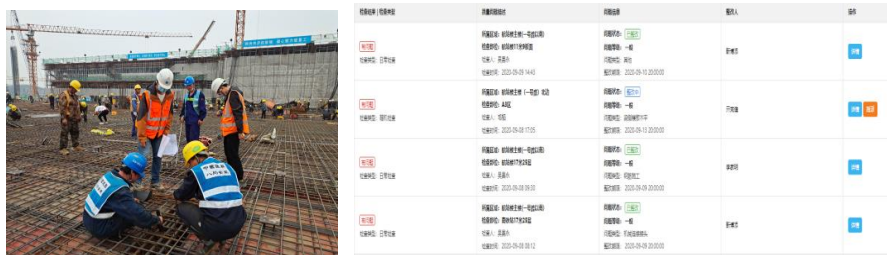


图 质量检查管理系统界面示意图

4) 特种机械管理。特种机械管理系统可分为机械信息管理、机械检查管理、机械维保管理、机械验收管理、机械监测管理和机械大数据管理等六大部分，从而实现特种机械设备信息建档、设备检查计划制定、定期维护保养与保修落实、设备各环节验收管控，还可通过软件实时查看相关监测数据，通过多维度分析及时发现设备潜在异常。

今日运行数据		运行数据对比			
起重限位器: 4.70/7(t)	正常	项目	今日	昨日	日历史平均
力矩限位器: 82.60/100(%)	正常	运行	0	0	18.94
幅度限位器: 40.80/43(m)	正常	超限运行	0	0	0.79
高度限位器: 46.90/47(m)	正常	防撞预警	0	0	3.52
回转限位器: 360.00/540(°)	正常				1.93
查看运行记录	查看报警记录				
起重限位器: 4.40/8(t)	正常	项目	今日	昨日	日历史平均
力矩限位器: 48.50/100(%)	正常	运行	0	0	24.32
幅度限位器: 37.70/39(m)	异常	超限运行	0	0	0.01
高度限位器: 51.40/51(m)	异常	防撞预警	0	0	0.37
回转限位器: 360.00/540(°)	正常				1.93
查看运行记录	查看报警记录				
起重限位器: 4.70/7(t)	正常	项目	今日	昨日	日历史平均
力矩限位器: 52.40/100(%)	正常	运行	0	0	25.90
幅度限位器: 42.00/43(m)	异常	超限运行	0	0	0.04
高度限位器: 34.00/33(m)	异常	防撞预警	0	0	0.35
回转限位器: 359.90/540(°)	正常				1.93
查看运行记录	查看报警记录				

图 机械监测管理界面示意图

5) 劳务管理。劳务管理由人员安全教育多媒体系统和行为安全之星两部分构成。安全教育多媒体系统通过灵活的一站式操作方式、丰富的安全教育资源，结合硬件验证设备，可充分落实保障受教育人员获得全方位的安全教育。行为安全之星系统则用来进一步提高施工过程中的行为安全行为，方便项目管理人员实施项目安全管理工作。

序号	姓名	部门	职位	性别	年龄	学历	培训学时	培训状态	培训时间
1	张三	项目部	项目经理	男	50	本科	1000	已完成	2023-08-14
2	李四	项目部	安全员	男	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
3	王五	项目部	施工员	男	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
4	赵六	项目部	施工员	男	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
5	孙七	项目部	安全员	女	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
6	周八	项目部	安全员	女	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
7	吴九	项目部	安全员	女	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
8	郑十	项目部	安全员	女	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
9	陈十一	项目部	安全员	女	30	大专	1000	已完成	2023-08-14
10	林十二	项目部	安全员	女	30	大专	1000	已完成	2023-08-14

图 质量验收管理系统界面示意图

6) **智慧党建**。手机端开通智慧党建系统，实时展示项目内部党员活动、党建联盟、爱心活动等信息，结合项目特性设置专属党员学习内容展示，结合日常党群工作要求进行活动内容发布和宣传。



图 智慧党建模块

3. 硬件设备应用

作为项目信息化、智慧化的采集端和信息抓手，智能监测硬件的应用也必不可少，借助科技手段实现项目智能管理，通过多方面智能硬件应用，提升项目整体科技感。本项目中采用的智能硬件分为以下四类：

绿色施工类：包含环境监测及喷淋联动、塔吊喷淋、智能水电监测和电动雾炮车。

设备监测类：包含塔吊运行监测、吊钩盲区可视化、塔吊司机识别、卸料平台监控和标养室监测。

生产监测类：包含大体积混凝土测温、深基坑监测和高支模监测。

现场管理类：包含视频监控、AI 视频识别、全景鹰眼监控、临边防护缺失报警、智能烟感监测、高清执法记录和人员定位系统。

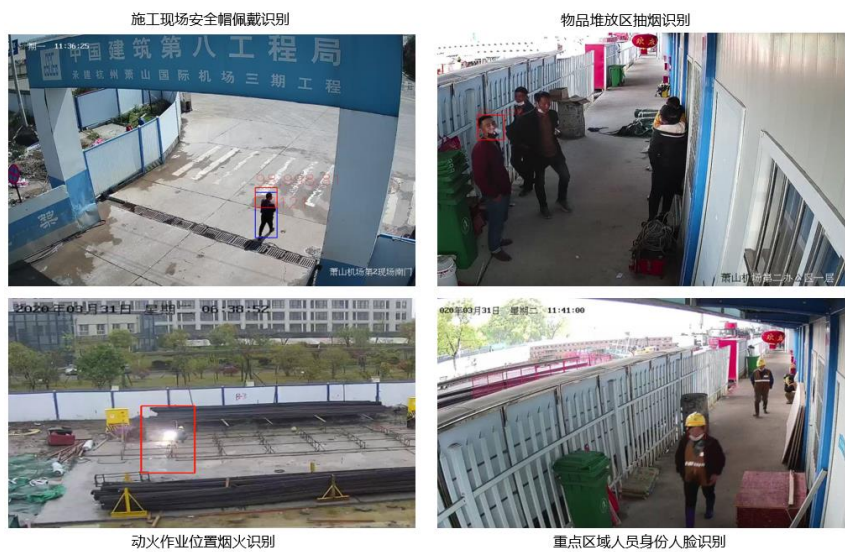


图 智塔机盲区可视化系统图

图 高支模监测系统图

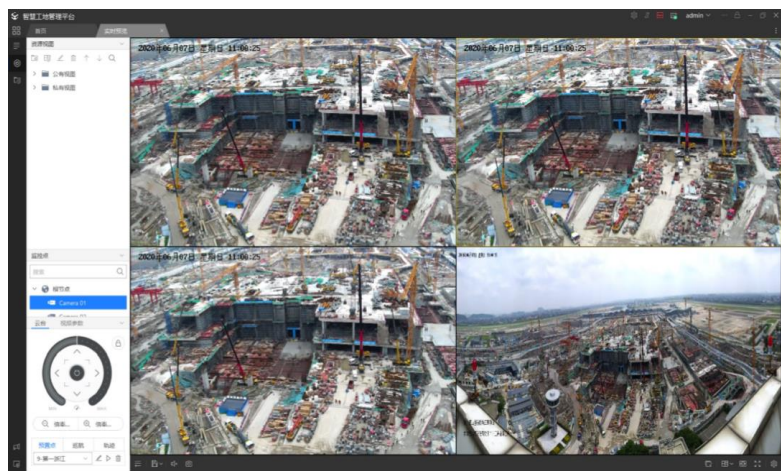


图 全景鹰眼监控图



图 临边防护缺失报警系统现场图

当前路由: 杭州萧山国际机场三期工程 > [200]

系统名称: 临边防护报警系统

设备位置: 请输入设备位置 报警日期: 开始日期 结束日期

序号	设备编号	设备的名称	设备位置	告警时间	事件
1	20040063	LS20040063	临边线	2020-09-29 10:39:59	报警报警
2	20040063	LS20040063	临边线	2020-09-29 01:20:46	报警报警, 报警报警
3	20040063	LS20040063	临边线	2020-09-29 01:25:24	报警报警, 报警报警
4	20040063	LS20040063	临边线	2020-09-29 01:24:46	报警报警
5	20040063	LS20040063	临边线	2020-09-29 01:24:00	报警报警, 报警报警
6	20040079	LS20040079	临边线	2020-09-28 13:11:46	报警报警, 报警报警
7	20040063	LS20040063	临边线	2020-09-28 00:56:53	报警报警
8	20040079	LS20040079	临边线	2020-09-27 12:47:19	报警报警, 报警报警
9	20040079	LS20040079	临边线	2020-09-27 12:46:37	报警报警, 报警报警
10	20040079	LS20040079	临边线	2020-09-27 12:45:50	报警报警, 报警报警

共 700 条 < 1 2 3 4 5 ...

图 临边防护缺失报警系统图

4. 智慧工地展厅建设应用

萧山机场智慧展厅是萧山机场三期工程各项应用技术的综合展示区域，包含九大展示区域。展示区利用高科技设备与智慧工地管理系统，让参观者在展厅能直观地了解工程项目建设状态和施工管理状态，实现工程施工可视化智能管理，提高工程管理信息化水平。

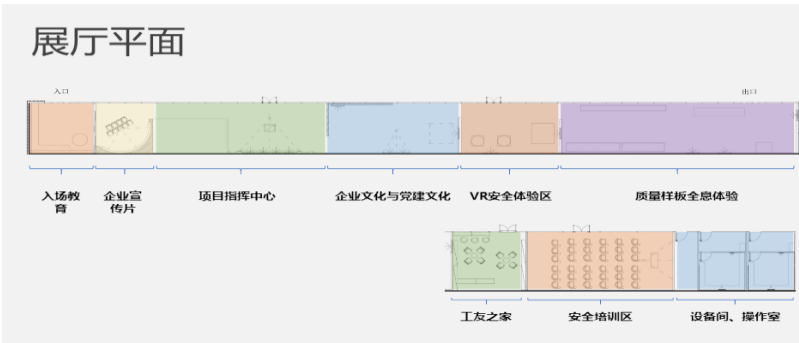




图 入场教育厅



图 企业介绍厅



图 数据指挥中心



图 企业文化与党建文化厅



图 安全教育 VR 体验厅



图 质量样板展示厅



图 工友之家



图 安全培训室

5. BIM 应用

方案模拟：本项目方案通过 BIM 模拟进行方案的细化和讨论，使本项目方案在现场施工过程中具有可实施性。

总平管理：本项目体量大、施工复杂，施工过程中与多家单位施工界面存在交叉，本项目运用 BIM 工具解决各个单位工作界面的划分和管理，明确施工界面问题。

图纸会审：通过 BIM 建模梳理土建、机电安装及专业单位的图纸问题。

VR 实景模拟：本项目节点复杂，施工交界面多，本项目运用 BIM 技术和 VR 技术，让项目管理人员身临其境，学习施工具体步骤和施工工艺、工法。

进度模拟：本项目工期紧施工任务繁重，BIM 通过进度计划与现场实际施工进度比较形成进度模拟文件，进行进度分析。

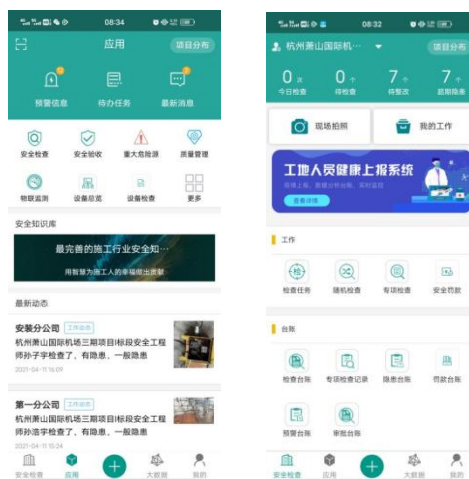
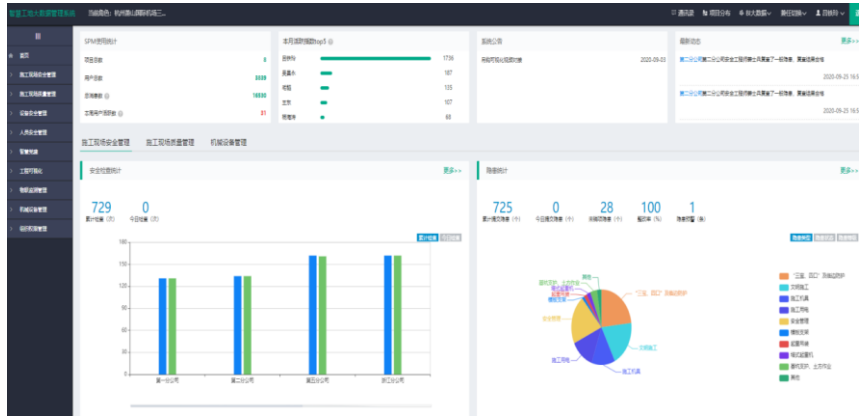


图 移动端软件界面

PC 管理后台统计汇总各台账明细，并形成统计分析和数据报表导出，以便于项目管理人员及时了解现场管理数据。



（二）阶段成效介绍

通过智慧工地项目的实施，杭州机场三期工程项目构建了智能、高效、绿色、精益的“智慧工地”施工现场，实现了信息技术与建筑工程施工现场管理的深度融合，快速提升施工现场现代化管理水平，达成了九大建设目标：

- 1) 提升项目层整体管理水平；
- 2) 辅助项目各部门各类人员高效协作工作；
- 3) 实现现场业务工作流程化，标准化，数字化；
- 4) 利用大数据 AI 等信息化手段，将数据进行整理、统计、分析、挖掘；
- 5) 对异常数据提出预警并对项目部决策提供数据支持，以此满足项目施工进度管理、安全（风险）管理、质量管理的核心任务；
- 6) 通过信息化手段提升公司制定的工程标准化进程；
- 7) 建立系统优化升级服务体系，不断提升应用水平；
- 8) 总结智慧工地建设中的经验，树立公司标杆项目；
- 9) 用施工全过程精细化数据辅助项目管理，从“智能工地”迈向“智慧工地”。

四、案例建设难点

（一）数据统筹难

三期工程总占地面积 22 万m²，跨越多个分区和道路，涉及指挥部、监理单位、施工单位、专业分包、劳务分包等多个机构部门，涉及到不同业务不同设备的数据。

应对策略：结合机场项目特点，智慧工地平台协调多个部门共同围绕项目建设，规定了各业务系统和设备的接口标准数十项，通过 SOA 模式进行对接关联，以便进行数据采集统一汇总分析，建立了一套标准的数据采集、汇总、分析模型，形成可视化数据看板，保证数据的正确性、实时性和完整性。

（二）协调管理难

项目建设工期紧、体量大、建设任务繁重，现场环境复杂多变，特别是机场超

负荷运营条件下的不停航施工，管理协调难度大。

应对策略：项目建设组根据不同阶段的施工任务打造智慧工地。通过建立不同的工作小组，协调各家单位完成施工任务协同。平台通过 BIM+AIOT 的技术，打通岗位协同，进行从设计、施工、验收全过程的管理，即总平管理、图纸会审到现场检查、指挥监控，直至质量验收。

（三）应用落地难

项目建设最终是以减轻一线人员工作量，提高协同工作效率为目标的，现场施工的难点就在于业务落地，即让所有人用系统。

应对策略：项目组通过深入调研，发现现场工作中的难点、痛点，强化项目岗位应用，进行应用研发和优化。特别是 app 端的应用，内置了人员、安全、质量、设备、党建、工程可视化等多个模块，每项业务均严格遵循中建体系标准化业务流程，内置专业隐患库、标准库数百项，实现了高频业务表单如整改单、通知单的电子化替代。真正实现了无纸化办公、随时随地业务开展的需求。同时，还纳入了分包体系，劳务工人也能使用系统。

五、经验与启示

在智慧机场建设过程中，自 2019 年 3 月项目立项至今，杭州机场通过积极探索号召建设“智慧工地”，落实策划及建设工作，通过“1+1+N+X”模式即一个窗口(BI)、一个平台、N 个业务应用、X 个智能设备，实现信息技术与建筑工程施工现场管理深度融合，提升施工现场现代化管理水平，建设与运营相结合打造共享、稳定、可扩容的一体化信息基础支撑平台。

启示一：以数据共享互通为原则，打造数据标准规范。

智慧机场建设首先面临不同施工单位数据不统一、不一致、不共享的问题。杭州机场通过规范“两项”标准（硬件标准、数据标准），并建设统一的平台，规范数据标准，从而实现“四个智慧化”的最终目标。

启示二：以现场施工协同为目标，落实现场应用效果。

三期项目分布广、环境复杂、组织管理难度大，通过以智慧工地岗位应用为主线，协同“人机料法环”的项目全过程综合管理，总包管理人员参照系统经验库、标准库进行关键作业。避免作业因人而异，实现作业过程相对标准化。同时，将参建分包等各类人员纳入管理体系，实现现场人员全覆盖。最终实现业务替代，减轻一线人员工作量，解决现场工作中的难点、痛点，提高协同工作效率，提升项目整体管理水平。

启示三：以智能硬件监测为抓手，提升智慧创新应用。

智慧机场的建设离不开现场智能设备的感知和“触手”，大量实时监测数据的统一采集汇总分析给现场施工带来质的提升。杭州机场中大胆提出了智能硬件“虚实结合”的建设理念，既有能够满足政府监管要求的硬件，也要有能够真正为项目实际工作提供服务的硬件，共计 40 余类 500 余台设备。此外，针对于技术创新类硬件也必不可少，通过 VR、MR、裸眼 3D、全景鹰眼、自动焊接机器人等多项创新技术应用，提升整体智慧化水平。

54 深圳宝安机场-智慧机场建设示范项目

——深圳市机场（集团）有限公司

一、摘要

2018 年以来，深圳机场在民航局和深圳市人民政府的大力支持下，以“打造数字化的最佳体验机场”为愿景，坚持以数字化转型驱动智慧机场建设，积极融入智慧民航建设，进行了一系列大胆探索，经过三年智慧机场建设历程，取得了初步成效。在**建设措施**方面，一是全面转变管理理念，坚持规划先行，以“打造数字化的最佳体验机场”为愿景目标，从业务流程重构入手，依托企业架构方法论，从整体规划、解决方案、企业架构、治理体系四个维度，构建智慧机场新蓝图。二是高起点系统布局，确定大安全、大运控、大服务作为支撑机场运营管理能力提升的三大体系，整体设计智慧机场总体数据管理框架，构建“安全一张网、运行一张图、服务一条线”的智慧机场场景化解决方案，布局适度超前的新 ICT 基础设施，实现资源整合、数据整合、应用整合。在**建设成果**方面，一是率先建立全场景智能化安防系统，形成安全治理新格局。二是率先打造智能高效的运控体系，强化机场运行管理总枢纽。三是率先以智慧化赋能服务管理提升，实现旅客体验大飞跃。四是利用智慧化手段加快复工复产，建设智慧防疫口岸。

二、引言

深圳机场围绕运行更顺畅、安全更可靠、服务更贴心、发展更具品质的数字化最佳体验机场，始终坚持以数字化转型驱动智慧机场建设，引领“四型机场”高质量发展，取得了初步的成效。

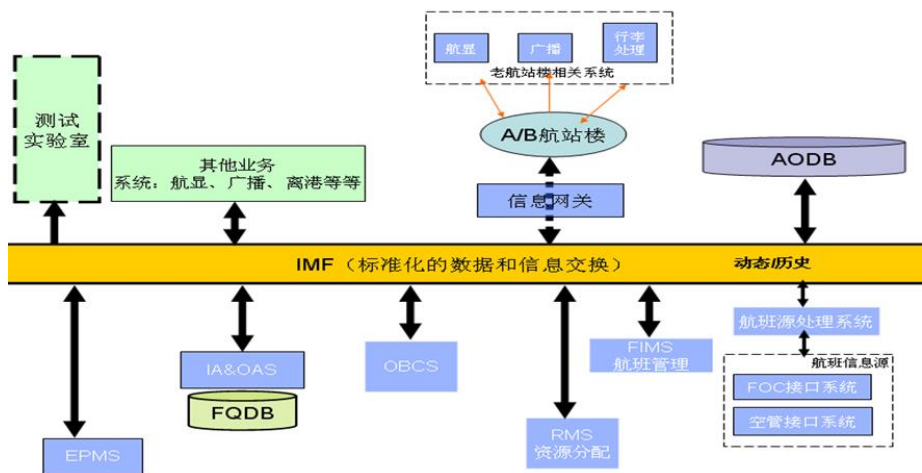
在**大运行领域**，推广运行资源智能分配在值机柜台、行李转盘等其他场景中的应用；通过扩大航班保障节点时间自动采集范围，实现与地服系统等的自动对接；在地服系统三期建设中以航班保障为视野，构建“作战班组单元”协同运作，提升运行品质和运行保障效率。在**大安全领域**，在飞行区安全监管方面，加快飞行区作业监管视频分析成果孵化，提高管理效能，全面推广飞行区驾驶员实景模拟培训考试，降低飞行区车辆刮碰事件风险，提升车辆驾驶“管培考”水平，保障深圳机场安全运行。在**大服务领域**，深圳机场以全链条提升旅客出行体验为着眼点，全面推广无纸化便捷通关、推进“OneID”的无感出行、“OnePort”员工移动服务、推动应用 RFID 等物联网技术、推进综合交通的空地协同平台建设。

三、现阶段工作

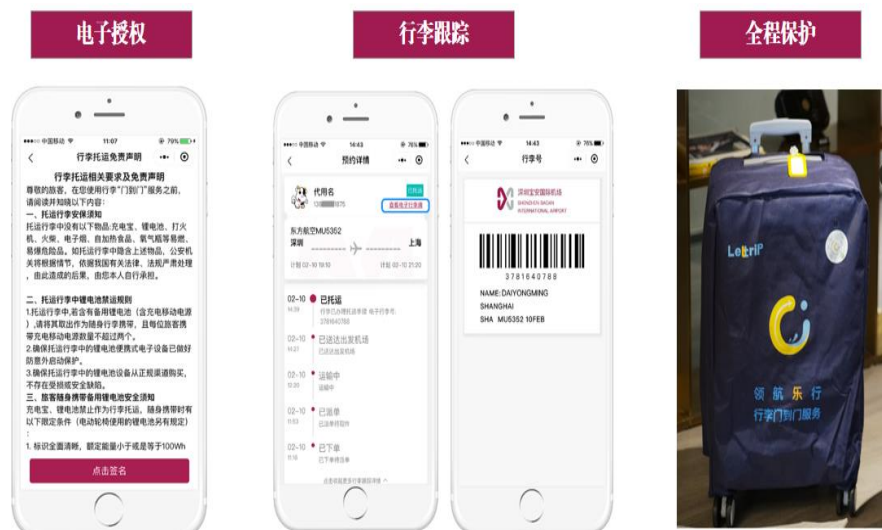
（一）案例最新进展情况

2021 年，深圳机场抢抓“双区驱动”重大历史机遇，持续推进智慧机场建设，着力推动卫星厅弱电工程项目建设落地，深入探索新技术应用，超前谋划新型基础设施建设，实现持续领先目标，以优异成绩迎接建党 100 周年。

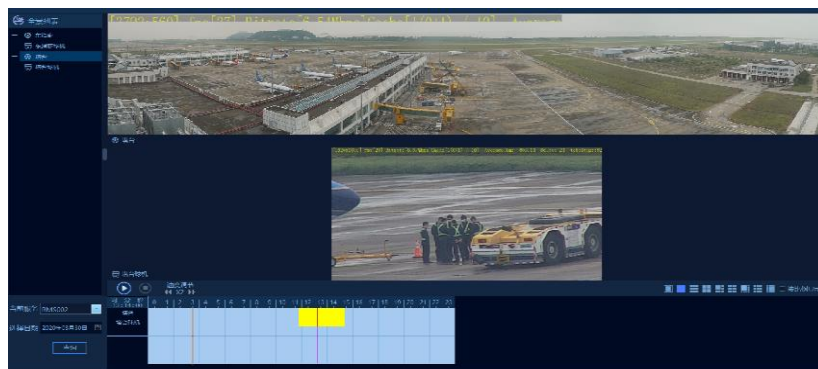
大运行领域：对现有信息集成系统升级，建设一个信息共享的运营环境，提供及时、准确、高效、安全、智能的航班信息服务，进行统一的航班管理、资源协调、人员调度、实时监控生产数据并对航班数据进行精准的预测，实现最优化的生产运营，引领“未来机场”发展的方向。本系统采用先进的体系结构、技术、方法和设备，既具备可靠性，又能反映当今国内先进水平，并具有发展潜力。系统的功能体系完善，既能覆盖机场传统的一线生产保障运营业务，也能为机场的经营管理提供数据和决策支持，整体技术性能及指标能够达到目前国内机场相关系统的最高水平以及国际机场相关系统的先进水平。



大服务领域：为落实民航局打造服务品质工程和便捷工程，紧跟“无纸化”便捷出行发展，深圳机场打通传统行李托运环节，研究将机场服务范围拓展到从“家门”到“舱门”。通过会同 IATA 合作，联合虹桥机场、东方航空、南方航空等单位成立项目工作组，共同研究项目实施路径，重点从全流程保障、行李全流程定位跟踪、小程序/app 交互、行李安检信息传输等方面开展可行性研究，最终实现旅客在家中或者特定地点交付托运行李后，从“门-机场-门”全过程可无需再携带行李，实现全程“空手出行”体验。



大安全领域：实施 3D 视频全景可视化系统，采用全景视频融合技术实现 T3 航站楼内值机、安检、商业等区域的全景视频融合展示。该技术突破单个摄像机采集图像视场范围的物理限制，将具有相互重叠区域的多个摄像机，通过采取相邻摄像机视频图像重叠区域特征点匹配策略，找出两幅图像之间的映射关系，将两幅图像变换到同一个坐标系中，通过变形校正、边缘拼接融合处理，得到完整的全景视频。



大物流领域：深圳机场物流综合信息服务平台作为深圳机场航空物流全链条、综合性服务窗口，在全国率先实现国内航司电子运单数据与机场货站对接，打通航空物流内部数据通道，构建起运单电子化的绿色、高效运作新模式，可为货运代理企业、航空公司、货主及海关等服务对象，提供综合查询、运单服务、车辆服务、鉴定报告申报服务、园区服务、信用评级、移动支付等 7 大类共 14 项业务的“一站式”线上办理，大幅提高操作便利性和深圳机场航空物流信息化服务水平，将助力深圳机场航空物流发展迈上新台阶。

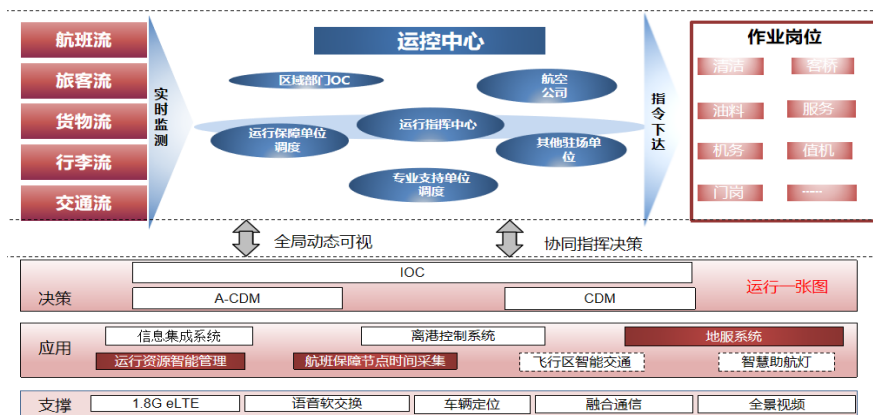


（二）阶段成效介绍

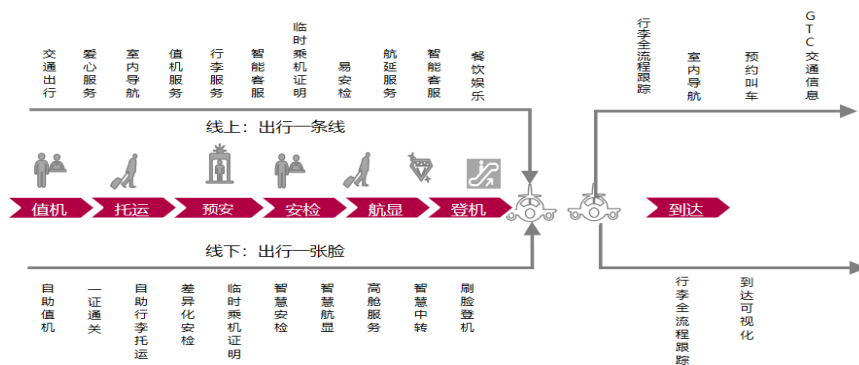
建立全场景智能化安防系统，形成安全治理新格局。一是通过对安防系统实施全区域数字化改造，部署“1+4”智能安防管控体系，形成集中监管、分级监控的整体安全管控体系，实现安全可视、分区管理、应急联动。二是实现两大转变，通过全数字高清、精准防控、应用智能分析、视频拼接、3D 融合等技术，完成视频监控整合与安防子系统整合，实现从人防到技防、从被动到主动构建立体化安全保障网络。



打造智能高效的运控体系，强化机场运行管理总枢纽。一是推动资源分配智能化，在全球首创利用 AI 技术用于机位自动分配，大幅提升靠桥率，每年可让超过 200 万旅客免乘摆渡车，入选国际航空运输协会全球首个新旅行体验技术（NEXTT）典型案例。二是推动运行管控精细化，建设智能运营中心、运行指挥平台，利用大数据、AI 技术实现实时态势和运行预警，实现管理更智能、运行更顺畅。



以智慧化赋能服务管理提升，实现旅客体验大飞跃。一是打造基于人脸识别的全流程自助服务，率先实施刷脸自助安检验证，最快 3 秒过检；国内航班自助刷脸登机覆盖率 100%。二是打造贴心的全方位精准服务，率先实现“五证合一”通关，首批推出差异化安检和易安检，智能安检通道通行效率提升 60%；通过先进的 AR 室内导航技术，为旅客提供全场景的精确定位服务。三是打造线上线下全联动服务，在全国率先推出电子临时乘机证明并在全国推广。



利用智慧化手段加快复工复产，建设智慧防疫口岸。世卫组织专家对深圳机场口岸防疫工作给予高度认可和积极评价，一是自主开发“疫情信息查询系统”和“国际到港行李提取引导服务系统”，为防疫工作提供信息化辅助手段。二是升级智慧航显终端设备，实现佩戴口罩旅客人脸识别，识别率达 95%以上。三是积极推动 41 套红外人体温度快速筛检仪安装调试投产，实现数据与市应急管理局对接。



四、案例建设难点

（一）智慧机场建设参考标准有待完善

深圳智慧机场项目建设启动较早，在行业内处于前沿探索过程，前期面临无行业标准，新技术应用风险高等困难，局方虽然就智慧机场建设，提出了指导性意见和部分参考框架，针对核心生产系统及航站楼弱电工程出台了部分规范与建设指南，具有一定指导意义，但民航智慧机场建设呈现业务模式效仿，系统架构多元，标准体系分散的现状。

应对措施：深圳机场启动数字化转型修编项目，建设面从四大业务领域向七大业务领域拓宽，在规划中明确规划方法和目标，提出数字化治理思路，规范项目实施路径，对大量的系统建设和运行管理工作进一步深化，对现有制度查漏补缺，持续完善，确保智慧机场平稳运行。

（二）智慧机场建设对接数据有待提升

深圳机场在智慧机场项目建设过程中常常需要对接外部系统数据，一些数据来源于政府部门、交通部门、局方部门等，由于长期缺乏统一有效的数据对接管理，数据问题的长期积累并未有效解决，造成新建项目功能的实现难度不断增大，严重影响了建设项目的预期目的，导致交付不及时、交付质量不高等情况。

应对措施：研究建立信息数据和航班数据、资源数据共享、决策共享机制，制定统一数据标准，实现数据统一运营管理，数据质量可信，可有效支撑业务应用。

五、经验与启示

智慧机场建设是一场只有起点，没有终点的艰辛旅程。深圳机场始终坚持以数字化转型持续推进智慧机场建设，使智慧机场建设全面融入智慧民航建设。

启示一：统一规划、统一建设、分步实施

深圳机场在智慧机场建设过程中按照“统一规划、统一建设、分步实施”的原则，制定了智慧机场建设三阶段目标和实施路径。第一阶段是补齐短板，做出亮点，从“打基础、建平台”开始，构建新型 ICT 基础设施，建立一个数字化平台，打造数字化高速公路。第二阶段是创新落地，局部领先，持续推进创新项目落地，加大使用人工智能、物联网、大数据等新技术，全面赋能应用。第三阶段是全面提升，行业示范，坚持转型方向，实现端到端的流程体系落地，全面云化、全面服务化的数字平台和底座持续优化，实现旅客、航司、客户、货代满意度、航班放行正常率、航班单架次运营成本等指标行业领先。

启示二：要坚持贯彻民航局智慧民航和“四型机场”建设各项部署。

始终坚持按照民航局的指引，统筹资源、汇集智慧、形成合力，将智慧机场建设深度融入智慧民航建设中去，避免孤立、单个去建设，同时将智慧机场与平安、绿色、人文密切结合起来，未来深圳机场继续深入学习贯彻民航局有关智慧民航建设及新型基础设施建设要求，全力推进新一轮数字化转型，以智提质，促进深圳机场高质量发展。

启示三：坚持共建共享，加强与各方的协同合作。

深圳机场先后与华为、中航信等行业内外高科技企业战略合作，携手空管等机场相关方，共同推进智慧机场建设。同时，我们还积极参加民航智慧机场创新战略联盟，联合民航二所积极申报国家重大科研项目。未来深圳机场将持续完善深圳机场联合创新机制，期待与更多的一流高校、科研院所合作，进一步促进深圳智慧机场创新生态圈良性发展；同时，我们正在开展博士后创新实践基地建设，加大高层次人才引进力度，为智慧机场产学研结合搭建广阔平台。

55 北海福成机场-站坪扩建工程

——广西机场建设工程有限公司

民航中南机场设计研究院（广州）有限公司

一、摘要

北海机场站坪扩建工程（以下简称“本工程”或“本项目”）是全国首个在民航局备案的工程总承包试点项目，也是第一个由设计单位牵头的民航专业工程总承包项目，行业关注度高；同时，本项目也是典型的不停航施工项目，工期要求紧，施工安全要求高、组织难度大。对建设单位、设计施工总承包单位来说均是第一次参与采用工程总承包模式的民航专业工程，能否高效、优质完成本项目是一个不小的挑战。为响应民航局“四型机场”建设的要求，建设单位联合总承包牵头单位积极创新项目管理模式，在本项目实施过程中引进信息化技术，努力将本项目打造成“智慧”、“平安”机场建设示范项目。



图 北海机场站坪扩建工程项目概况

本项目应用信息化技术的成效可概括为“1+3+8+13”。“1”代表信息化一站式管理；“3”代表3项信息化技术在本项目的应用，包括BIM技术、GIS技术和物联网技术；“8”代表3项信息化技术应用贯穿工程总承包管理的8大核心要素，包括设计、进度、安全文明、质量、人员、机械、物料及资料等；“13”代表13个具体信息化技术应用点，穿插于8大总承包管理要素中。



图 北海项目信息化技术应用成效概览

本项目于2020年9月通过行业验收,当年投入使用。借助信息化协同管理平台,本项目实现了智能化、一站式管理,提升了施工管理水平,有效保证了不停航施工安全,项目进度、质量等得到有效管控,促进了管理、设计、施工的有效融合,彰显了工程总承包模式的优势与价值。



图 信息化中心一站式管理大屏

二、引言

在实施前期,建设单位、总承包单位及技术咨询单位结合本项目实际情况,对本项目引入信息化技术的功能需求及可行性、总体应用思路、项目目标等进行了策划分析,提出本项目应用信息化技术的13个应用点及采用的具体技术,并制定了总体实施路线。

在前期策划的基础上,选择了两款现有的信息化协同管理平台,以满足本项目实施的需要:基于BIM技术的协同管理平台,以开展设计、进度、质量、安全文明施工、人材机、资料管理等要素的信息化管理;基于物联网、GIS技术的数字化管控平台,以开展碾压施工质量监控及不停航施工人员、机械等安全管理等;同时选

择 VR 技术、三维激光扫描技术、人脸识别技术和二维码技术等辅助进行安全文明施工和质量管理。

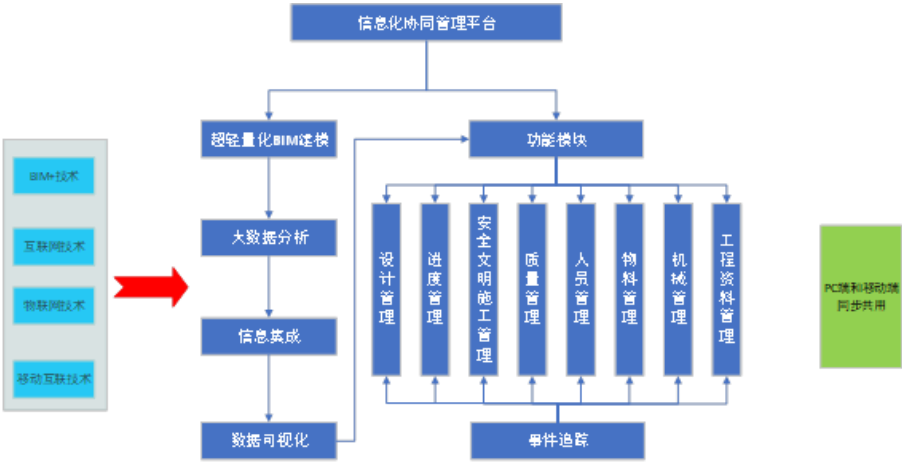


图 基于 BIM 技术的信息化协同管理平台集成路线

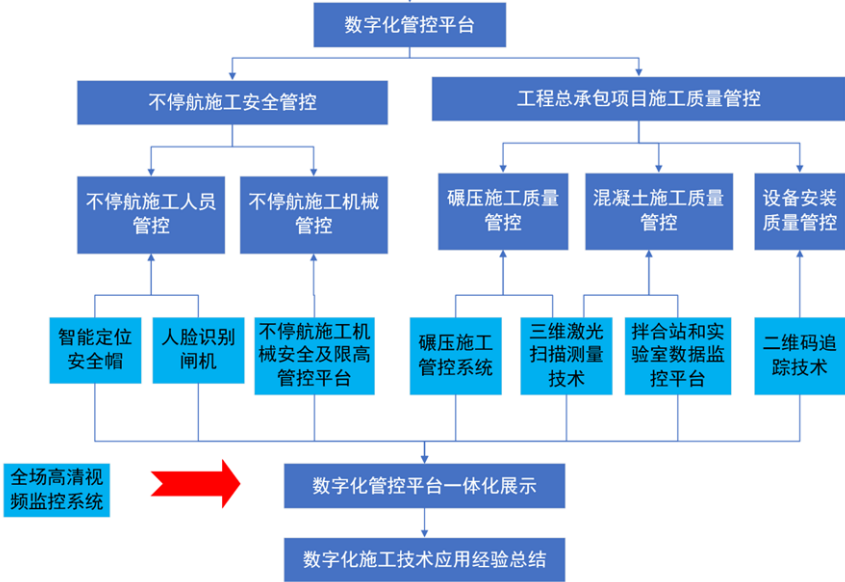


图 数字化施工管控平台集成路线

截至申报“四型机场”项目止，在 BIM 协同管理方面，已完成 BIM 三维模型创建及轻量化处理，并导入 BIM 协同管理平台；已在平台开展了进度、成本等智能化、可视化管理；已逐步开展安全文明施工、质量等要素的事件管理。在数字化施工管控方面，所有机械均已安装前端设备并完成调试；已完成碾压施工质量管控；人员和机械安全管控平台投入使用；机械限高管控平台搭建完成。其他辅助技术应用方面，已完成试验段道面水稳层扫描；已引入 VR 安全体验舱并开放使用等。以上管理手段在项目实施过程中已初见成效。

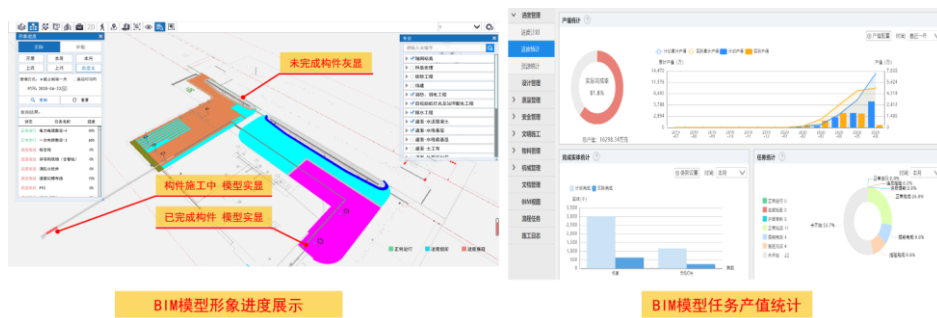


图 BIM协同管理平台应用展示



图 数字化施工管控平台应用展示

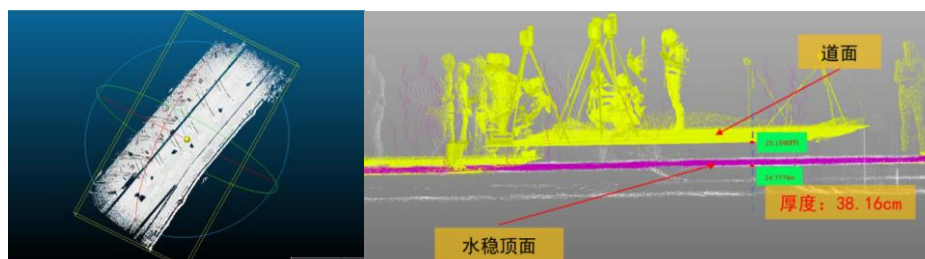


图 三维激光扫描技术在道面工程中的应用展示



图 VR安全体验舱应用展示

三、现阶段工作

(一) 案例最新进展情况

本项目于 2020 年 2 月开工，于 2020 年 9 通过验收并投入使用，基于信息化技术的协同管理平台的应用与开发同步完成，预期目标均已实现。其中，BIM 协同管理平台较好地实现了设计管理及进度、安全文明施工、质量等的可视化、智能化、过程化管理功能；数字化施工管控平台实现了地基处理施工和混凝土道面施工的质量控制，实现了不停航施工过程中的人员、机械安全管控，保障了不停航施工的绝对安全。本项目研究和应用的信息化技术及协同管理平台成果处于行业领先水平，已同步申请国家知识产权。本项目的主要成果包括：企业级科研课题 2 项，已获得国家授权实用新型专利 1 项，软件著作权 2 项，发表学术论文 2 篇，正在申请的发明专利 1 项，正在发表的学术论文 3 篇等。



图 北海项目信息化技术应用成果展示（部分）

（二）阶段成效介绍

本项目引入信息化技术作为辅助项目管理的工具，是信息化施工协同管控在民航机场不停航改扩建工程总承包项目中的首次应用，对提升工程总承包项目管理水平、保障不停航施工的安全和质量具有重要示范作用，在施工全过程中取得了不错的应用效果。就后一阶段而言，最新的成效和亮点总结如下：

1. 信息化协同管理平台数据辅助决策功能继续发挥作用，保障项目顺利完工，直至通过验收。随着协同管理平台应用的成熟，应用流程更加顺畅，应用效率得到充分发挥，总承包单位在现场设立的项目部每个部门保持 1~2 名管理人员，就能有效监督和把控部门的全部日常工作。建设单位通过信息化协同管理平台能够有效精简项目管理机构人员配置，通过现场监督检查和平台辅助运用，大大提高管理效率。
2. 借助信息化协同管理平台的安全文明施工管理和施工质量管理功能，项目安全文明施工和质量得到了有效的管控，实现施工全过程 100%安全和质量受控，安全文明施工和质量事故发生率均为 0。截至项目竣工验收通过之日，项目管理人员在信息化协同管理平台共发起安全文明检查事件 536 起，质量检查事件 169 起，所有事件均已整改到位并通过业主、监理复查，有效落实了管理职责。
3. 借助信息化协同管理平台的事件追踪管理功能，以上安全文明检查、质量检

查事件及其他施工过程事件（人员、材料、机械过程管理等）均在平台永久保存，实现留痕管理，可随时随地对施工过程发生的管理痕迹进行回放溯源，施工过程可追溯性高。

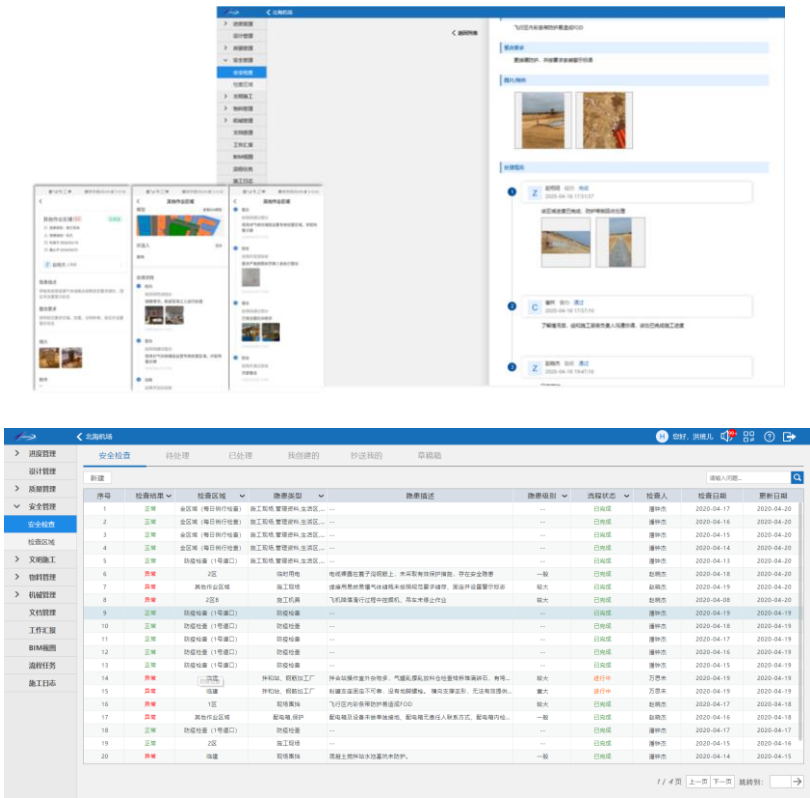


图 BIM协同管理平台的事件追踪管理功能

4. 建设、设计与施工的有效融合得以实现，工程总承包模式的价值得以彰显。在施工图设计阶段，根据建设单位需求，设计人员和 BIM 建模人员借助三维模型友好的交互功能，对设计方案进行了优化，提升了设计成果质量。正式施工前，利用三维模型完成了施工模拟，对所有新建管线进行了碰撞试验，提前解决了设计中存在的管线冲突问题。在施工阶段，设计人员与现场施工人员的沟通通过 BIM 模型进行，实现了设计与施工的良好互动，提高了设计与施工之间的沟通效率。截至项目全部工程实体施工完毕，本项目设计变更数量为 0，因设计回复不及时而影响施工的事件数量为 0。

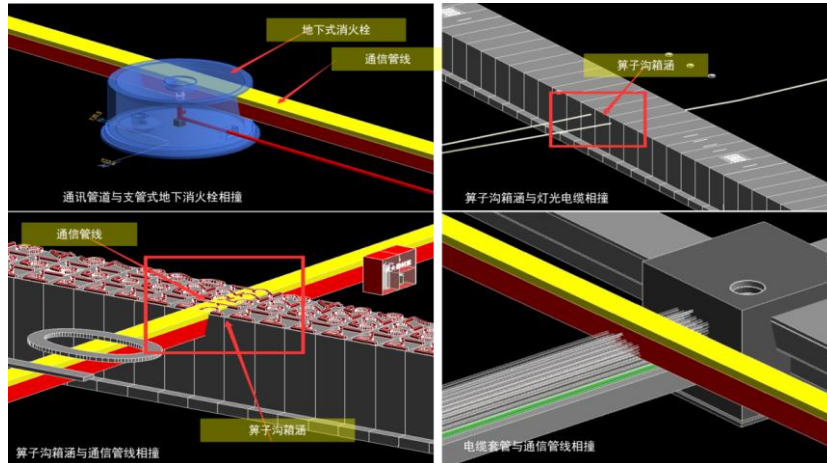


图 BIM 模型碰撞检查

5. 采用以信息化技术为基础的工程管理协同平台，通过进度计划、进度追踪、进度统计、进度纠偏等功能应用，实现进度的可视化、精细化、便捷化管理，施工进度得到了有效的管控。本项目合同工期 300 天，实际施工工期为 197 天，提前 103 天完工。

6. 不停航施工安全得到有力保障，截至到本项施工完毕，未发生影响机场正常运行的不停航施工安全事件。不停航施工人员安全管控系统避免了非施工人员进入，避免了 3 起施工人员越界事件，降低了不停航施工风险。不停航施工机械数字化管控系统对所有进场施工机械全部安装高精度定位设备，实现了对机械位置的实时管控；实时监控在场机械超高管控情况，实现对不停航机械超高的精准管控，确保了项目施工期间机场的安全运行。



图 不停航施工人员和机械数字化管控

7. 施工质量得到有效控制，整体施工质量良好，所有验收项目一次通过合格率 100%。碾压施工质量管控成效明显，所有进场碾压机械均安装数字化前端设备，碾压信息包括轨迹、速度、振动、位置等在一站式平台实时显示，对平台生成图形报告的薄弱区域进行实时验证，进行质量过程管控，保障了碾压施工质量。拌合站和实验室数据管控系统实现了对混凝土配合比数据的精细化管控，保障道面混凝土工程施工质量。三维激光扫描技术作为水泥混凝土道面结构层质量验收的辅助手段，

提高了项目道面验收的精度、频率与效率；同时对隐蔽工程三维模型重构进行了尝试。

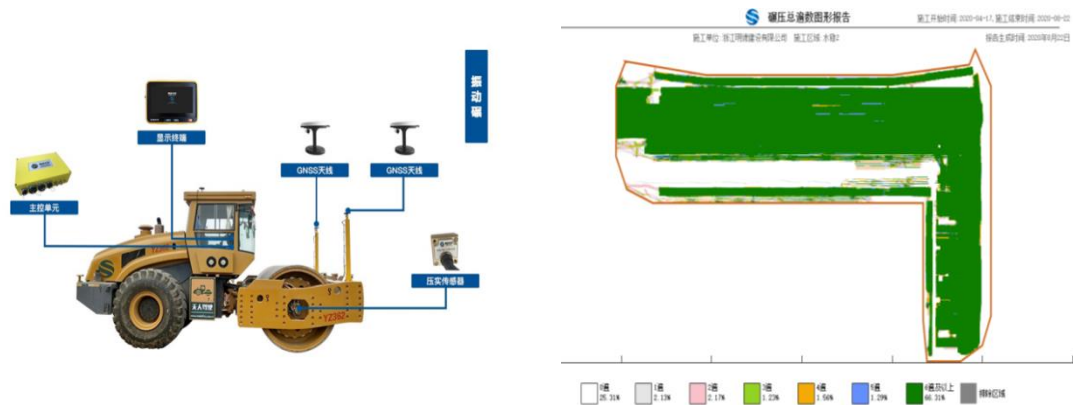


图 碾压施工数字化管控

四、案例建设难点

本项目应用信息化技术，取得了如上显著效果，有效促进管理、设计、施工相融合，充分发挥了总承包模式的优势，保障工程质量、安全与进度管控。然而由于工程工期紧张，信息化协同管理平台开发周期较短，在项目实施过程也遇到一些难点问题，主要如下：

（一）因项目工期较短，一些功能需求开发的周期较长，部分预设平台功能未完全开发

例如设计管理功能属于需要全新开发定制以适应设计施工总承包模式的需要。

应对策略：考虑到无法在本项目施工周期内完成开发，因此考虑利用 BIM 协同管理平台的文档存储功能进行微小调整后以满足本项目施工阶段的使用。

（二）不停航施工机械设备超高管控未实现直接管控

应对策略：依靠定位功能实现间接管控，通过机械的最大作业高度与其所在位置的限高高度进行对比从而判断其是否超高。

（三）智能定位安全帽在线状态及实时位置更新不够及时、语音下发存在延迟现象，管控界面显示卡顿等

应对策略：通过将智能安全帽管理后台接入数字化管控平台后，提高了在线状态及实时位置的更新频率，管控更加流畅。

（四）三维激光扫描技术在本项目水泥混凝土道面工程中的应用仍处于探索阶段

应对策略：本项目选择一段道面作为试验段进行探索，并对试验结果进行总结，

为后续推广本项技术提供经验。

五、经验与启示

信息化技术在本项目中的应用，通过各类数字化管控系统，实现前端现场作业与后端管理实时联动、信息同步传输与存储以及数据的采集与分析，在协同管理平台进行分工管控，智能化管控保障民航机场建设工程质量与安全。

本项目引入 BIM 技术作为辅助项目管理的工具，是 BIM 技术在民航专业工程中的首次应用，对促进设计施工协同管理、提升项目的整体管理水平发挥了重要作用，对工程总承包模式在民航行业的推广具有重要促进作用。因此，在未来的民航专业工程总承包项目中，应提倡参建单位参与使用 BIM 技术及其协同管理平台，为实现工程总承包业务在民航行业的推广迈出新的步伐。同时，民航行业因其固有的属性和需求，应当积极引导 BIM 协同平台的集成供应商开发适用于民航专业工程的功能需求，逐步往 BIM 技术的标准化应用方向推广。

基于物联网、GIS 技术的数字化管控平台在其他行业工程建设领域也得到了广泛推广，北海项目通过应用数字化管控平台，保障了安全文明施工、质量等目标的顺利实现，特别是对于不停航施工安全的保障发挥了关键作用。在不停航施工阶段，本项目采用数字化管控平台实现了人员、机械等关键管控要素的智能化、可视化、一站式管理，补齐了常规以加大安全管理人员力量投入却无法完全满足现场需要的短板，既节省人力物力，又更加高效实用，为不停航施工安全管理提供了全新的管理思路 and 理念。特别是本项目提出的不停航施工机械超高管控理念，是第一次在实际项目中提出并应用，为保障不停航施工期间机场周边的净空安全提供了有力保障。后续可在数字化管控平台上进一步开发完善不停航施工机械超高管控功能，并在其他的不停航施工项目中推广。

总体而言，信息化技术在民航专业工程建设领域的应用还处于起步阶段，与其他行业相比还有较大的差距，因此信息化技术在民航专业工程建设领域仍具有巨大的应用空间，信息化协同管理平台及各数字化技术的应用，还有进一步改进和完善的空间。

56 四川航空-智慧机场、人文机场建设

——四川航空股份有限公司

一、摘要

为实现民航机场高质量发展的目标，我司积极落实《中国民航四型机场建设行动纲要》，坚持秉承“平安机场”、“绿色机场”、“智慧机场”、“人文机场”四大理念，坚信平安是基本要求，绿色是基本特征，智慧是基本品质，人文是基本功能，始终坚持“创新推动变革、智慧引领未来、人文共筑和谐、旅客提升品质、平安保障发展”的高质量发展思路，主动促进航司与机场之间的“共建共享、协同发展”，积极为“四型机场”建设添砖加瓦，共同建设高质量的四型机场。现将我司在“四型机场”建设方面最新推进情况和实施情况报告如下：

二、引言

为进一步落实民航局对四型机场的建设要求，我司在成都天府机场建设项目上从智慧出行、智慧园区方面结合人工智能、物联网、大数据等新兴技术对智慧航空信息化建设方面上做文章。从目前，现场运行仅依托“人管”、“人控”、“人防”模式，推动业务驱动、流程再造、服务提升、管理转型，力求为旅客提供“安全、便捷、高效、舒心”的全流程服务体验推动服务产品升级，积极满足旅客个性化、精准化的服务诉求。通过推动“无纸化”乘机、移动值机等电子化改革措施、提升服务品质、改善服务流程等，进一步贴合四型机场的建设理念。

三、现阶段工作

（一）“无纸化”旅客服务板块

在天府机场登机口通过人脸识别对旅客进行复检，匹配行程确认登机信息，有效提高登机效率，同时提升了旅客智慧出行服务体验。目前在航班正常保障情况下，现场人员均引导旅客使用人脸识别进行登机，使用覆盖率和旅客接受度均较高。

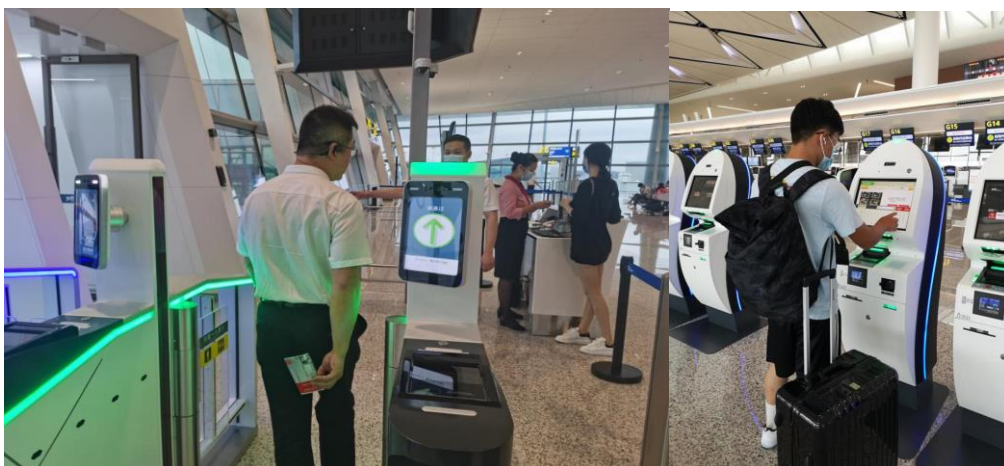


图 天府机场人脸识别登机

（二）便捷出行方面

持续推进自助值机服务,在 104 个国内航站、27 个境外航站开通网上值机服务,2021 年 1-4 月国内航站自助值机率为 63.78%,其中成都为 65.63%。(因受疫情管控政策影响,部分航站关闭了线上值机服务,导致自助值机率较疫情前有所下降。)



图 成都双流机场川航自助值机区域 图 成都天府机场川航自助值机区域

加快推进自助服务铺设,一是开展成都机场服务场景“在线自助服务二维码”铺设工作,在问询柜台、售票柜台、值机大厅、登机口、行李提取处等“行前-行中-行后”不同的服务场景进行差异化“布码”,提供航班动态、电子登机牌、选座值机等十余项服务,优化现场保障流程;二是以 APP“服务大厅”为窗口提供自助办理服务,目前已实现“全渠道在线退改、特殊旅客服务在线申请、航延赔付自助办理、不正常行李查询、航延证明、遗失物品查询、点餐”等二十余项自助办理功能,已为超过 140 万人次旅客提供服务。



图 成都双流机场铺设“在线自助服务二维码” 图 四川航空 APP “服务大厅”

上线【四川航空】微信小程序，推出机票预订、机票退改、选座值机、我的行程等近 60 项便捷服务功能，通过丰富的营销产品、全面的服务功能、完善的场景规划、多样的触达渠道，切实提升旅客出行便捷性，截止 2021 年 6 月 30 日，累积访问人数超过 320 万人，访问次数超 5000 万次。



图 四川航空微信小程序

持续开展行李自助化服务。目前，在成都双流机场上线 2 台行李自助托运设备，天府机场上线 18 台行李自助托运（航司版）与逾重行李自助支付设备，有效提升旅客行李自助服务体验。另外，**持续实施 RFID 行李追踪建设**，与机场联合开展 RFID 行李追踪项目，目前双流机场 RFID 项目待机场明确招标时间，天府机场已完成行李条招标，目前待手持终端商务谈判完成后该项服务将陆续上线。



图 成都双流机场行李自助托运设备



图 成都天府机场旅客办理行李自助托运

（三）搭建中转服务平台方面

打造行业首个“全流程、全业务整合”的中转服务保障系统。该系统具备中转查询、决策、增值服务预订、统计分析、海关监督五大业务板块近 20 项功能。一方面创新“业务流”，首家形成航司、旅客、海关、供应商于一体的中转服务完整信息圈，突破解决全链条数据互通和业务核销周期长等痛点和难点；另一方面创新“服务供给”，在实现中转服务自助化、海关精准服务与高效监管一体化方面取得重大突破。



图 中转全流程数字化服务保障体系

全方位满足旅客差异化、多样化中转需求。一是持续推广通程值机，目前国内通程航点达 40 个，开通国际转国际通程航线 7 条、国际转国内通程航线 7 条；二是持续创新中转产品，针对中转旅客推出中转酒店、餐饮茶歇、候机楼服务、旅游服务等多项产品权益；三是持续试水中转合作，携手双流机场推出“从蓉转”中转产品，与成都航空合作，在双流机场首家推出跨航司中转业务，试水空铁联运，铁路网与航空网“两网联合”，努力满足旅客多维度中转需求。



图 中转服务预订

实行“管家式”服务升级中转服务保障。一是打造精品导乘服务保障组，通过系统智能化预警或主动获取旅客中转信息，人工介入及时保障旅客后续行程；二是打造中转服务综合柜台，提供中转咨询、安排、引导等多项服务，实现服务节点串联。



图 成都双流机场中转服务综合柜台

（四）完善服务流程方面

1. 提高代理人信息告知及时性和准确度，制定并下发《关于加强合作代理人对客信息告知工作的通知》，梳理并确定了合作代理人对客信息告知工作的要求，同时要求各 OTA 平台建立特情处置流程和预案。

2. 提升旅客对客票销售及退改服务满意度，优化系统性能，拓展全渠道自动退改业务范围，通过系统监控提升机票自助退改成功率。

3. 强化服务质量管控能力。一是开展专项调研提升旅客满意度，制定并下发《辅营产品客户满意度测评方案（试运行）》，建立《川航转场首都国际机场 T2 航站楼运行调研问卷》，通过实时调研，优化、完善产品交付落地，提升自营服务质量和旅客服务体验；二是强化服务质量监察的 PDCA 闭环管理效能，今年上半年共计开展服务质量监察 707 次、对发现的 53 个问题进行整改闭环；三是发挥服务风险管控“事前管理”作用，针对天府机场投运营、北京分公司转场两项重点工作，提前启动服务风险评估工作，通过跨部门协作，识别出服务风险源 27 项，制定 24 条缓解措施，通过“事前管理”降低运行环境改变可能带来的不利影响，确保服务质量稳定可控。

（五）提升服务品质方面

1. 关切特殊旅客出行服务，目前已实现特殊服务网上申请功能，军残旅客、无陪儿童、无陪老人、轮椅旅客可通过官网或 APP 申请订座服务，有效提升便捷度和办理效率。

开设特殊旅客服务柜台、“军人依法优先”柜台，对持证的现役军人及随行家属提供优先办票服务，登机口为其提供头等舱通道优先登机服务；制定专项措施便利老年人航空出行，认真落实《切实解决老年人运用智能技术困难的实施方案》，专项制定 7 项双流机场老年人出行保障措施，为老年人航空出行提供更多便利。

2. 创新推出“服务体验官”评价机制，从 2019 年启动该项目至今共收集旅客意见 43475 条，推动“产品导向、顾客体验”工作要求落地，通过旅客意见收集分析，更全面的了解旅客需求，更准确的改进服务短板，更切合市场的创新服务产品，确保服务品质稳中有升，助力增收创效。

3. 推动“投诉处理”向“投诉管理”转变。一是创新推行“投诉集中管控模式”，集中投诉平均处置时长由 5 个工作日缩短至 1.78 个工作日，实现快速、高效解决旅客服务诉求；二是实施投诉特情分级授权管理模式，上半年处置现场特情 729 起，在旅客第一触点有效及时落实服务补救工作；三是强化投诉危机管理，建立《重点投诉跟踪台账》，针对未与旅客达成和解的投诉进行风险评价、划分及跟踪处置，有效避免投诉升级及缠诉情况。

四、案例建设难点

（一）确定目标

应对策略：智慧机场是民用机场信息化建设未来发展的必然方向，目前智慧机场的建设仍处于初级阶段。首先要确定需求，打造智慧机场的主要意图。其次要根据具体条件技术手段确定阶段性目标。技术是不断的完善和更新，同时民航也是一个动态发展的行业，需求也会随着时间变化。

（二）建立标准

应对策略：目前国内各机场的相关建设各自试点，并无统一的规范和标准，易造成建设情况不一致的现象。无法造就中国民航内部的“技术融合、业务融合、数据融合，实现跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同管理和服务。”

（三）完善机制

应对策略：由于打造智慧机场需要多部门多方面的参与，故跟智慧机场相关的设计、施工、建设、运营、服务、行业管理等部门，每个部门与信息的关系要提前管理提前规划，明确打造智慧机场各阶段的主体责任人，制定目标和标准，同时明确监督人，并完善验收工作。

五、经验与启示

四川航空以“智慧机场”建设为抓手，持续加大对自助设备、服务系统及运行流程的研究和资金投入，充分利用移动互联、大数据、定位等先进技术，全面提升旅客出行高效便捷度。智慧机场的实践要求是要统筹兼顾抓住重点。包含五个方面的经验与启示：

启示一：规划引领

要把机场信息化建设规划融合到机场整体规划中，发挥规划的引领作用，筑牢信息化“地基”。

启示二：全覆盖运行

要通过设备互联、资源共享、协同决策，覆盖运行全过程，链接所有信息。

启示三：优化流程

通过对现场作业人员标准规范、设备设施的运行轨迹和性能状态，以及服务的对象的行为习惯等数据的采集与分析，对现场运行、设备设施配置、功能布局等进行动态调整与优化。

启示四：以人为本

进一步普及自助值机、自助行李托运、无纸化登机、出行信息动态告知等服务，提升旅客出行的便利性、舒适性和个性体验。

启示五：科学管理

基于先进成熟的信息技术成果，实现机场人员、设备、能源和空间等资源的集约化管理和利用，提高机场科学管理水平。

57 重庆江北机场—打造机坪“智能化管理、高效率运行”模式

——重庆机场（集团）有限公司

一、摘要

2019年9月25日，习近平总书记对民航工作作出重要指示，要求建设以“平安、绿色、智慧、人文”为核心的四型机场，为中国机场未来发展指明了方向。为落实习近平总书记相关指示要求，民航局制订了《中国民航四型机场建设行动纲要（2020-2035年）》，民航局机场司制订了《四型机场建设导则》，西南管理局提出了在重庆机场开展机坪运行统一规范试点工作要求。

目前，重庆机场在机坪运行管理上已建设了覆盖所有机位的视频监控系统、全景视频系统、基于GIS的车辆管理系统等系统和设施。当前机坪运行监管还停留在传统依靠机坪监管人员现场流动监管为主，辅以后台视频监控监管相结合的模式，现有的“人防”式机坪监管模式已无法有效应对业务量迅速增长带来的新挑战。

围绕业务需求、平台目标及技术应用发展趋势，重庆机场提出了建设“1+3+6”的平台架构和相关的系统规划。依托物联网、大数据、人工智能和5G等新技术建立统一的机坪运行监管智能大平台，在智慧运行、智慧安全和智慧管理三个领域实现机坪统一智能调度、机坪资源智能管控、机坪作业规范监管、航空器滑行防冲突预警、无动力设备监管、机坪FOD智能管理以上“六大应用”。

二、引言

重庆机场根据“1+3+6”的平台架构和相关的系统规划，联合多家公司在机坪试点运用新技术。

在机坪运行监管智能大平台方面，重庆机场与阿里云合作，通过调用飞行区内的多个摄像头，利用计算机视觉技术、图像识别智能算法24小时对视频监控画面自动识别和实时目标的跟踪分析，并在运控中心建立综合后台管理系统，全局统筹机坪调度，对机坪作业规范监管。

在机坪资源智能管控方面，机场有大量无动力设备，数量超千台。通过加装物联网终端，对机场无动力设备实现定位和电子化管理，并在后端细致展现无动力设备的位置、状态、使用频率，从而进行管理统计，实现智能管控。

在保障车辆防碰撞方面，通过对现有的设施设备进行加装改装，全面监控各类作业车辆，防止车辆在同飞机进行对接或接近飞机过程中，特种车辆与飞机发生碰撞危险。并让车辆作业过程数据化可视化，对各类作业违规、疲劳驾驶等行为实时监控，大数据分析站坪作业过程各维度存在的问题及潜在风险，进行针对性的学习

及措施改进。

在保障作业人员方面，试点使用民航二所的机场员工通道酒精温度检测报警系统。

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

平台项目已列入重庆机场集团固定资产投资计划，正在推进项目建设前期工作。联合相关科研院所、高科技公司完成相关试点应用工作。

在平台系统方面，重庆机场加强与阿里云合作的数字机坪管控平台，实地检验平台对航空器和车辆的定位和轨迹还原，与技术人员共研讨优化，提高管控平台的节点识别能力，实现“全机坪一张图”的全数字管理，让各个项目的系统能统一在数字机坪管控平台上使用，不用再频繁切换和确认，提高机坪管控效率。

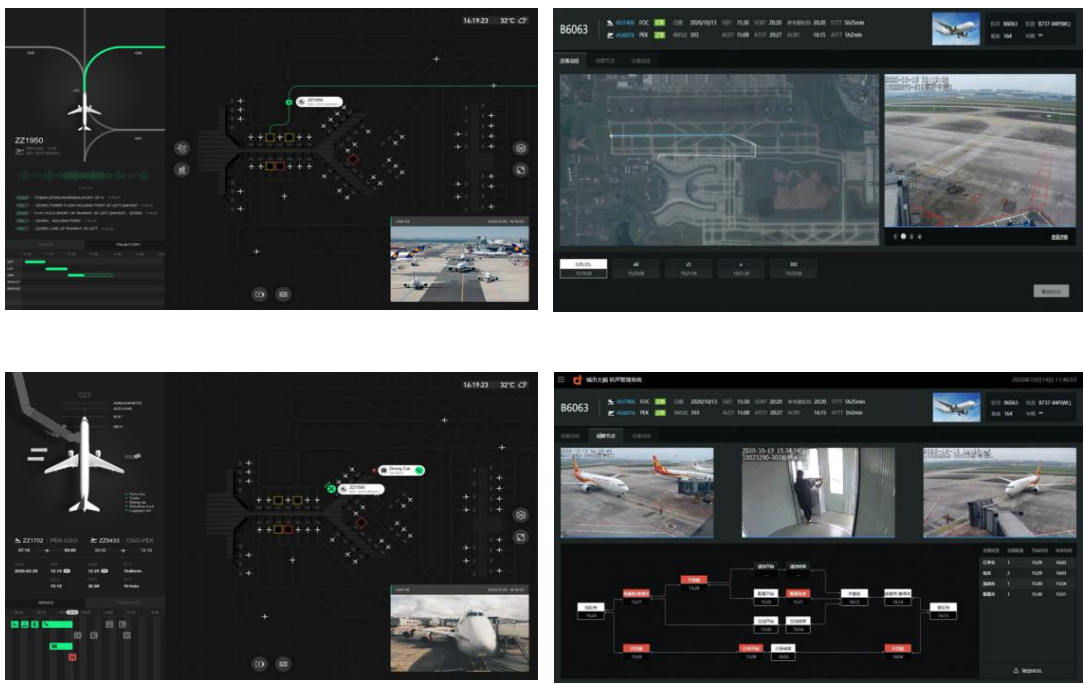


图 航空器运行轨迹监及航班保障节点自动识别

在无动力设备方面，采用四种方案，一是北斗无动力设备管理系统，通过加装物联网终端，集成北斗定位、运动检测等功能，实现设备定位和电子化管理，现已完成 18 台终端设备的安装并测试。



货库场景



室外场景



行李分拣区场景



廊桥场景

图 定位场景



某车辆24小时内停放位置



某车辆24小时内停放位置

图 定位效果示意图

二是蓝牙无动力设备管理系统，通过在无动力设备上安装固定蓝牙信标实现定位。目前，该系统已在东区F指廊安装了22个蓝牙网关，并在400个货运平板，100个工作梯架上安装了蓝牙信标，并对采集数据进行分析，实现设备的精准调控和实时定位管理。



图 蓝牙基站示意图



图 定位标签示意图

图 工作梯智能锁

三是太阳能无动力设备管理系统，加装可进行太阳能充电的设备，实现设备定位，长时间续航。通过数据分析，比较三种方案，并向厂家提出改进意见。

四是对部分工作梯一类的设备安装智能锁，让保障作业人员都可以通过手机扫码的方式，自由使用工作梯，同时也可实现工作梯的原地借还，在后端通过对使用数据分析，有效分配各个区域的工作梯数量，提高使用效率。

在车辆防碰撞及驾驶员监控方面，采用三种方案，一是机坪特种车辆综合安全防控系统，以智能车载终端为核心，通过车载高清视频监控、微波雷达、智能测距传感器、HUD 平视显示器等外部设备辅助，整合站坪车辆调度数据、航班生产运行数据、视频监控数据等数据及物联网，实现飞行区车辆防碰撞预警告警、驾驶员行为分析与安全告警、远程实时视频监控与智能预警等功能。二是数字站坪车联网安全系统，提供机坪统一监管视图，融合各系统数据，实现对机坪地侧与空侧的电子化监管和管控。对机坪各类作业车辆进行全面监控，防止车辆在同飞机进行对接或接近飞机过程中，因驾驶员视线盲区或疲劳等原因导致特种车辆与飞机发生碰撞危险。通过大数据分析站坪作业过程存在的问题及潜在风险，进行学习及改进。



图 车联网安全系统管理后台

三是安全驾驶管理系统，采用车辆辅助安全、专用智能 DVR 终端设备来实现。针对驾驶员脸部疲劳状态对不安全驾驶行为实现不间断感知和判断，并进行预警提示和上报。可实时判断当前车辆与前车是否处在行车安全距离内。当车辆小于等于 ADAS 安全距离，终端触发碰撞报警。实现事前监督、事中监控、事后监管。

在保障作业人员方面，使用机场员工通道酒精温度检测报警系统，通过在道口加装酒精测试仪，对进入飞行区作业的人员进行酒精检测与体温测量，并与相关系统融合，对不符合要求人员进行记录告警。

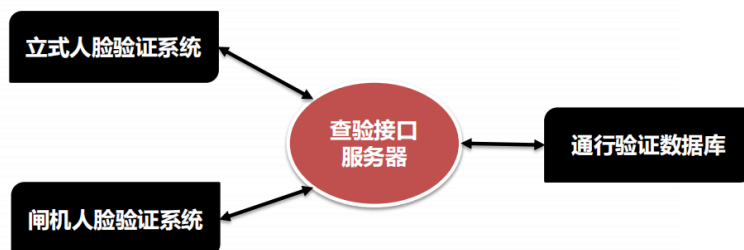


图 机场员工通道酒精温度检测报警系统

(二) 阶段成效介绍

在平台系统方面，通过对调用的监控视频进行核对分析，数字机坪管控平台可对节点自动采集，覆盖率和准确率在 70%左右，能有效对机坪不安全事件实现自动识别、报警、记录，提升了机坪风险事件的检出效率和准确率，降低人工监控工作负荷。在航空器和车辆的全轨迹追踪还原中，可模拟轨迹有效还原路径。

在无动力设备方面，通过安装定位设备，可实现对无动力设备的位置管理、设备状态监管，并加强调配，动态调度各区域资源。在实际试点运用中，可有效观测到各个设备位置，对低频使用的设备，可将其调离该区域，提高使用效率。



图 北斗定位设备

在车辆防碰撞及驾驶员监控方面，加装设备后，在对接飞机舱体过程中，如果驾驶行为不符合规范，系统可将主动干预车速并降至规范水平；如果在危险距离内驾驶人员未作出刹车动作，系统会将车辆紧急制动刹停。经过多次靠墙测试，系统能稳定主动刹停车辆，不会对靠接物造成损坏。

四、案例建设难点

（一）试点使用期间，管控平台所能调用的摄像头少，采集的数据少，对于保障过程中各个节点的识别能力较弱，所判断的每个节点时间不够精确，容易造成误判漏判。

应对策略：重庆机场向厂商提供大量监控资料，系统进行学习后，有效提高了节点判别能力。

（二）在机坪作业规范监管中，平台对各类违规作业识别不准，无法准确判断各类人员属性。

应对策略：重庆机场安排专人配合厂商，模拟各类违规操作，为平台识别提供素材。



图 未穿戴反光背心及不按规定清理作业现场

（三）无动力定位设备存在定位精度不高的情况

应对策略：重庆机场在试用期间采取多种方案，从不同方向出发，多种模式进行定位择优选择。

（四）在货运平板上加装定位设备，使用时长是最重要的指标，经使用发现，在现目前的使用定位设备使用时长普遍在 1 年到 1 年半左右

为加长使用期限，重庆机场在试用一段时间后，引进太阳能定位设备，有效延长设备维护间隔。



图 太阳能定位设备

五、经验与启示

启示一：现有的“人防”式机坪监管难以覆盖整个飞行区，建设具有稳定性、完备性、智能性和可扩展性的机坪运行监管智能平台，有利于实现大数据、人工智能、物联网等新技术，对运行保障进行最优调度。

启示二：不断的使用新技术带来各类系统过多，操作时需不断的切换与确认的问题，大大降低了保障作业效率。急需整合既有信息系统资源，在同一系统中展示智能监管、航空器冲突预警、资源调度等功能。

启示三：机坪运行智能监控平台将围绕机坪统一智能调度、机坪资源管控、机坪作业规范监管、航空器滑行防冲突预警、无动力设备监管和机坪 FOD 识别管理等方面构建开展，初步实现自主感知、辨析、决策等能力。围绕实现对对飞机区场面运行状态、外部环境实时感知，实现飞行区运行全时段安全监控，实现机坪运行监管智能调度，全面感知基础设施状态信息，为机坪运行监管运行提供管理决策依据，实现平台、业务及组织架构深度融合。

58 兰州中川机场-旅客全流程自助服务

——兰州中川国际机场管理有限公司

一、摘要

科技的迅猛发展使旅客对民航便捷、高效、舒适出行的需求与日俱增，为推进新时代民用机场高质量发展和民航强国建设，民航局发布了《中国民航四型机场建设行动纲要》和《四型机场建设导则》。兰州中川国际机场认真贯彻民航局“四型机场”建设的各项部署，始终坚持“人民航空为人民”的初心，紧抓“旅客需求在哪里，服务就延伸到哪里”的理念，深挖服务内涵，对标行业一流服务水平，以人本理念指导机场设计，从旅客行程规划、出行交通、抵离机场、安全检查、候机等待、验证登机六个主题场景分析，积极引入大数据、云计算、AI、生物识别、视频云等先进技术，为旅客匠心打造从“家门”到“舱门”的智慧服务体系。随着旅客、航空公司满意度地持续提升，兰州中川国际机场先后荣获了国际民航运输协会“旅客便捷服务白金认证”、“全国民航示范班组”、“全国文明单位”等荣誉称号。

二、引言

兰州机场在《四型机场建设导则》指导下，明确了打造“一张脸走遍机场”全流程自助服务的目标，积极推进旅客全流程自助服务品质提升建设，在项目前期阶段取得了较好的成效。

一是以服务流程为导向，在旅客服务的全流程部署多样化的智慧系统、服务终端，极大地提升了旅客服务品质。首先，实现了多渠道的购票和值机服务，出发大厅部署 50 余台自助值机设备，2 台自助行李托运设备，自助设备使用率超过 80%；符合条件的国内中转行李 100%实现跨航司行李直挂，登机全流程无纸化便捷通关覆盖全部安检通道和登机口，提升了旅客智慧服务、无感出行的体验。

二是深耕特色服务品牌。精心创建“心心‘箱’印”行李服务，打造“经兰飞 如意行”智慧中转服务品牌、“小红帮您”红色暖心名片、“‘机’不可失，晚到旅客预约服务”等，解决了旅客的烦心事、难心事，不断增强旅客幸福感和获得感。

三是构建多元化、个性化服务。兰州中川国际机场在实现了空铁联运产品后，已连接 6 个城市候机楼，开通机场大巴线、长途客运线、城市公交线和网约租车服务，实现了从家门到舱门行程的无缝连接。此外，在候机楼内分布投放 140 台多功能手机充电设备、VR 小型影院、MINI K 歌机等休息娱乐设备，极大丰富旅客的候机体验。



图 机场服务自助查询触屏终端



图 机场服务自助值机终端

三、现阶段工作

（一）案例最新进展情况

兰州机场认真贯彻落实机场真情服务理念，聚焦人民群众需求和关切，多次向前沿技术单位和优秀经验大型机场学习、交流，加快推进“四型机场”建设，现阶段开展工作如下：

一是结合自身实际，基于人脸识别技术，建设一套可实现始发、中转、过站、经停旅客以及 VIP 旅客均可用的自助登机流程，切实提高旅客自助登机安全性和准确性，同时，融合全流程人脸识别技术，实现旅客无停滞的无感通行。目前，已部署了 4 个不同厂家的双通道自助登机闸机，以前期部署的中航信 One-ID 数据平台为支撑，验证自助登机闸机使用效率以及全流程人像唯一标识的融合使用效果，不断优化，择优选择。



图 兰州机场自助登机闸机设备

二是基于 RFID 技术，实现旅客对行李的全流程跟踪。前期，兰州机场与民航二

所合作，已完成了 T2 行李系统全流程跟踪系统的架构搭设。目前，正在按照民航局要求完成兰州机场 7 个节点的数据采集，建设全流程跟踪系统平台机场端，并通过全流程跟踪系统平台旅客端将行李信息实时推送给旅客。

三是利用新技术、新设备并结合机场实际，进一步优化值机、托运、安检、登机的全流程自助体系。目前，正在探索适用的自助回筐系统、旅客舱门核验自助终端。

（二）阶段成效介绍

一是真情服务，率先启用智慧闸机“验码”。

为有效应对旅客大规模流动给疫情防控工作带来的压力，确保广大旅客的乘机安全，自 2021 年 1 月 26 日起，兰州中川国际机场在国内机场中率先启用智慧闸机核验健康码。该闸机核验健康码系统已对接全国健康码库和甘肃健康码库，旅客出示身份证并进行人脸识别，即可完成人、证、码“三合一”核验。健康码为绿码，闸机自动放行。健康码为无码或红黄码，则通道关闭。闸机验码+红外线测温仪，有效防止航站楼入口的旅客聚集，减少旅客与工作人员的接触频次，并极大缩短了旅客手机“亮码”的等候时间。同时，“人脸+身份证”识别的核验健康码方式，也为老人及特殊旅客提供更加便捷、安全、健康的服务。



图 T2 航站楼 6 号门入口—旅客通过闸机核验健康码

二是智慧安检，提升人员信息核验效率。

为积极践行“服务品质提升”举措，加快从追求“安全性”向追求“高安全+高效率”的转变，兰州中川国际机场 T2 航站楼 12 个安检通道均已投运自助安检闸机，可快速进行旅客身份证信息和人脸识别双重核验，进一步提升了安全裕度，降低了旅客排队等候过检的时间，为旅客提供更加健康、安全、优质的出行环境。同

时，也是机场安检技术差异化试点和无纸化通关的一项重要举措。

三是升级智慧中转系统，提升中转服务品质。

兰州机场“经兰飞·如意行”智慧中转系统已于 2021 年 1 月 29 日正式升级上线，实现了提前预知前站中转联程旅客信息、旅客行李信息、分类匹配以及精准推送、行李直挂等功能，为旅客提供更为高效快捷的跨航司中转保障服务，进一步提升中转旅客服务体验。此外，已同步在集团各支线机场搭建中转服务系统，与兰州机场中转旅客智慧平台联动，实现中转实施衔接。

四是基于 One-ID 平台，提供个性化主动服务。

兰州机场与中航信积极合作，搭建了兰州机场 One-ID 平台，同时部署了基于 One-ID 平台的多种智慧化应用，如：智慧航显。目前已在航站楼内部署智慧航显终端 8 台，可实现旅客身份信息识别，航班信息及登机口导航路线图自动显示，提高旅客出行体验。智慧航显的应用，在兰州机场首次实现了对安检数据的应用以及智能化设备主动向旅客提供个性化精准服务。下一步，兰州机场将积极探索智慧商业、智能多功能机器人、智慧登机等的落地应用。



图 智慧航显终端

五是启用 D 值机岛，全岛提供自助服务。

为进一步提高兰州机场自助值机设备覆盖率和利用率，提升值机环节服务品质，兰州机场已完成 D 值机岛改造项目，全岛设置 10 个自助柜台，部署了 10 套自助设备，可同时实现自助值机和自助行李托运。自 2021 年 7 月初试运行以来，设备使用率 100%，获得了广大旅客的一致好评。



图 自助值机+自助行李托运一体机

图 旅客自助办理值机及行李托运

四、案例建设难点

旅客全流程自助服务项目推进过程中，寻求业务与技术相融合的“最优解”，是经常会面临的一个难点。为了尽快找到“最优解”，我们提出了如下**应对策略**。

应对策略：一是必须要符合国家和局方要求。兰州中川国际机场始终把民航局“四型机场”建设的各项部署，作为实施智慧机场建设的指引和方向。

二是技术应用要能推动业务的发展和执行。在技术与业务逐渐融合的趋势下，不能只专注于单纯的技术创新和应用，而是要更多地关注如何通过技术手段改进业务流程，解决业务痛点，更好地让旅客走得快、走得舒心。

三是不搞形象工程。要根据实际业务需求整合技术引用，切实做到解放生产力、提高服务效率、保障安全生产。

四是拓展战略合作。兰州中川国际机场结合业界实践及新技术发展趋势，从底层数据和上层应用两方面开展实践探索，并与民航二所、华为等业界顶尖单位展开战略合作，依托实验室的研究力量，开展广泛的科技探索和创新实践，力求通过前沿技术创新不断突破生产运行瓶颈，提高服务品质。



图左 甘肃省民航机场集团与华为成立联合创新实验室

图右 甘肃省民航机场集团与海康威视成立联合创新实验室

五、经验与启示

启示一：实现数据融合与业务融合，构建应用与服务企业总线，是推动企业高效、全面、便捷、安全服务旅客的关键因素。一方面要以对业务流程的深刻理解为基础，合理引用新技术；另一方面要打破行业内外壁垒，与公安、公路、铁路、城市交通、航司等方实现协同共享，借鉴行业内外理论创新与实践经验，为我所用。

启示二：随着智慧化服务的大量涌现与应用，有与之相匹配的政策性文件支撑，才能帮助机场大胆拓展优化业务流程、提高服务效率、实施差异化安检等新技术在机场的推广应用。

59 中国航油-智慧航油系统

——中国航空油料集团有限公司

一、摘要

中国航油承担着保障空中“生命线”供油安全的庄严使命，始终坚持“创新引领航油供保管理”。近年来，在习近平新时代中国特色社会主义思想的指引下，中国航油立足新发展阶段、贯彻新发展理念、融入新发展格局，秉持“创新是引领发展的第一动力”的理念，把“科技自立自强”作为发展的战略支撑，加快信息化、智能化建设步伐，为助力“四型机场”建设，服务“民航强国”战略实施做出了积极探索与实践。

为更好适应数字经济时代和智慧民航工作要求，中国航油着力研究并全力建设加快满足生产作业模式、客户服务方式、销售结算模式创新需求的体系系统，充分运用云计算、物联网、北斗定位、数据中台等新一代技术为智慧航油系统多层赋能。在实现一线航班保障作业信息化跨越的同时，通过无线化、电子化、在线化等数字化手段实现了生产作业模式、销售结算模式、客户服务模式的自动化、智能化，大幅提升了航油加注与结算的效率和质量，提供了更加优质敏捷的客户体验，促进了业内各方信息系统协同建设。智慧航油系统充分实现了“生产运行高效一体，安全监管全景可控，客户服务个性定制，业财融合敏捷联动，协作生态精准互动”，为构建智慧民航生态圈做出航油贡献。

二、引言

中国航油智慧航油系统的建设主要目标是提升主营业务“数字感知、数据决策、精益管理、精心服务”能力，通过运营与服务模式的数字化转型，提高公司服务响应、信息共享、业务协同的能力与水平，提升结算速度与客户满意度，不断推动应用创新，引领智慧化航油保障服务，促进中国航油高质量新发展。

智慧航油系统项目自 2018 年 9 月启动，采用二级部署三级运行架构，在全国 40 多个干线机场部署了前端智慧加注系统，并同步完成了 1300 多辆加油车智慧改造，实现了生产运行主节点智能化加注服务。同时，我们建设了连接全国主节点的生产运行专网，实现了生产要素全链接，夯实了智慧航油数字底座。2019 年下半年，总部智慧航油云平台启动建设，建成了全国数据中心，实现了全航油统一的结算支付、客户服务、数据应用。包括建立面向内部用户的业务平台以及面向客户的服务网站，建设大数据分析平台，协同对接上下游系统，建立联接银行、航空公司等单位的 VPN 链路等具体项目工作。至 2020 年，智慧航油系统已全面服务全航油业财一

体化业务，催生了从生产领域向销售、结算、客服领域延伸的新态势，有力提升了中国航油各项经营管理能力与核心竞争力。

三、现阶段工作

（一）最新进展情况

智慧航油系统是中国航油信息化建设的标志性里程碑，也是中国航油实现全面数字化运营的新起点，其发展是一个长期的、复杂的系统建设过程。项目在全航油初步建成后，通过不断丰富、扩展和优化，持续夯实系统应用成果，强化了系统对生产运营的支撑能力，具体进展包括如下几个方面：



建设航油生产专网：我们与网络运营商合作，建立了链接全国 334 个航油单元的生产运行专线网络，包括骨干网 234 条，区间网 100 条，将原先基于航油 VPN 的数据传输业务全部迁移到生产专网，实现了航油内部业务系统网络与公共网络的隔离运行；



扩展丰富系统功能：我们结合业务部门及客户需求，不断扩展丰富，推动完善系统应用。主要包括：将销售结算业务从前期结算支付扩展到了开票、核销、划拨、冲销等商务层面，实现了商务结算的全流程运行。我们建立了面向航空公司的客户服务移动应用 APP，支持客户在线查询油单与价格信息，在线申请加油，实时查看用油分析报告等移动业务，将基于网站的客户服务业务移动化、敏捷化；

智能化、自动化应用：系统自动从相关外部系统提取有效汇率信息、航煤交易

价格信息，按照民航局的计价要求自动计算和发布国内航空煤油销售基准价，航煤基准价的提取和发布实现智能化，大大提升了价格整理、计算、发布的及时性和准确度；系统扩展了银企对接范围，接入航油收款电子凭证，使纸质凭证向凭证电子化档案管理迈出了坚实一步，有效降低财务人员打印凭证、整理凭证的工作强度；

深度挖掘数据价值：在前期数据汇聚、大屏展示、简单分析的基础上，我们深化扩展了大数据分析平台，丰富数据呈现的内容和方式；数据应用从生产运行和销售统计层面逐步覆盖结算、账务、预测等层面，并针对不同业务管理部门设计了专门的可视化管理驾驶舱，为公司经营决策提供支持；



功能全面推广上线：2021 年 2 月，商务结算应用在全国分批逐次上线，从大兴机场、天津机场、千岛湖机场等试点机场逐步推广到全国 200 多个机场航油单位。至 2021 年 7 月，我们实现了全国民用运输机场与通用航空运输机场商务结算全面上线，实现实时结算的航空公司从 1 家扩展到 6 家，对接银行从 5 家扩展到 7 家；推广期间，我们逐批对业务人员进行培训，先后进行 8 个批次共计 140 多人次的现场培训，4 次共计超 300 人次的线上培训，为新功能顺利推广上线提供了坚强可靠的队伍保障。



（二）阶段成效介绍

经过不断开拓创新，智慧航油系统新一期建设深刻贯穿了提升生产运营、提高客服体验、强化风险管控、促进业务革新、创生全新动能等方面，并取得了显著成效，主要体现如下：

有力提升安全可靠。航油生产专网的建设，实现了航油内部通信网络的专有化，

大大提高了系统网络安全性，保障了系统运行安全、访问安全、数据安全。在国际国内网络环境日趋复杂，国家高度重视网络安全和数据安全的大环境下，生产专网基础设施的投用更加彰显了中国航油坚持做好网络安全工作的重大决心；

有力深化业务革新。将自动化流程从结算支付扩展到了收款记账、发票开具、核销划拨等环节，日均完成 2500 余份收款、发票等凭证信息的自动生成以及 30 余份外航电子账单的自动发送航煤基准价维护工作由 3 天缩短为 10 分钟。通过积极改革创新，现有业务模式更新，人力资源配置更优，业务精细化程度更高；

有力充实了应用场景。系统应用场景从民用运输航空向通用运输航空延伸，将分散、多元、复杂的通航业务纳入系统建设中，助力我国民航“两翼齐飞”的战略发展。方便快捷的客户服务 APP，把加油申请、油单查询、用油分析等场景线上化、移动化，客户亲和度、满意度得到不断提升，充分彰显了中国航油以客户为导向的服务理念。

有力发挥了数据价值。系统推广应用，加速了航油生产运营与商务数据的积累沉淀；数据分析平台的深化建设，进一步挖掘了数据价值，有效支撑企业数字化生产运营管理；同时通过客服网站、移动 APP 定向发布专业分析报告，同上下游客户共享数据增值红利。

四、案例建设难点

智慧航油系统建设成果看似寻常最崎岖，成如容易却艰辛。自荣获示范项目以来，中国航油在智慧民航工作中努力实践、争立标杆，回顾项目本期阶段的推进过程，我们深感不易，克服了以下几点困难：

（一）业务模式从创新到落地难

系统新一期建设的重点是全面推进商务结算，将以往依赖 SAP 系统的销售财务结算业务迁移至自主可控的智慧航油系统，并在多个业务关键环节中实现自动化、数字化、智能化。如何打破现有业务流程的壁垒，突破僵化思维，驱动业务流程机制得到优化创新，确保结算规则和结果符合财务标准化、精细化的要求是我们面临的重大难题。

应对策略：项目组深入全国各大所属公司展开调研，制定新流程标准，每周同各业务部门及技术专家召开核心环节研讨会。通过夜以继日的不断探讨、论证、验证、调整、再验证，逐步完善系统业务流程和逻辑，并进行了大量模拟测试与优化调整，最终得以实现业务模式从创新到落地。

（二）新旧动能有序衔接难

伴随着新型业务逻辑和标准应用，原有销售数据、结算数据、财务数据必然受到影响，因此系统切换上线准备工作必须精细谨慎，否则会导致工作和系统数据混

乱，严重影响系统运行。

应对策略：系统上线期间，我们一是采取了“先试点，再分批，后全面”的策略逐步推广；二是做好人员培训及实操演练，确保操作人员适应新模式；三是严格把控期初数据质量，安排专门小组制定导入方案，验证数据准确性；四是强化运维，严密监控系统运行状态，及时处理各类异常数据、异常业务。

（三）产业链协同发展难

智慧航油系统联接众多上下游产业链企业，包括航空公司客户、机场、银行、金税等系统，面临着既要统筹兼顾各方，又要统一行业接口标准的难题。

应对策略：我们多次走访各公司了解需求，主动开放接口，引领各方共商共建智慧航油系统，强化协同合作，催生集约共享为核心的发展模式。

五、经验与启示

启示一：系统建设必须坚持顶层设计与效益驱动

智慧航油是中国航油数字化转型规划发展的重点之一，系统建设必须坚持以公司战略发展为导向，始终秉持顶层设计的思想，从公司全局和长远发展考虑，与公司业务发展形态同规划、同设计、同建设，实现数字化转型服务业务发展，业务发展带领数字化转型。同时要以主体业务和利润增长点为重点，投入资源，确保系统顺利实施运营，支撑主营业务不断做大做强做新。

启示二：系统建设必须坚持开放共享

智慧航油系统是智慧民航生态圈的重要组成部分，其目标之一是同民航产业链各单位协同对接，数据共享。本项目从启动前就与南航等航空公司客户沟通交流，各方互协互助，既满足彼此需求，又能提升系统建设效率，少走弯路。后续我们将持续加强与民航业内各单位的交流对接工作，强化数据集成共享和分析，共谋数字化转型发展之路。

启示三：系统建设必须坚持提升网络安全

随着各行各业产业数字化、数字产业化向纵深发展，安全可靠和自主可控的系统搭建越发重要，中国航油作为担负民航供油保障的央企，从智慧航油系统的建设初期就把自主可控与网络安全作为项目重点研究方向，硬件设备按照军工标准国产自主研发，软件版权坚决自有。今年我们同期建设了与互联网络隔离的安全生产专网，同时在各生产主节点及总部数据中心安装部署安全防护设备以加强对系统的监控、防护，保障了系统的网络安全可靠性。

启示四：系统建设必须坚持做好各项保障措施

为山九仞，在于垒土之妙，我们必须在智慧化进程中坚持做好各项保障措施，做到步步为营。一是思想保障，公司上下强化数字化转型推动产业变革的新思维，对经营模式的转变和创新、应用落地的容错和优化等工作要怀有积极、包容的心态，始终秉持开放共享理念，抛弃我有你无的封闭思想，建立良性生态圈。二是技术保障，加强与优秀技术公司合作，借助新兴技术使智慧航油运行更加高效，数据更加饱满、决策更加科学、管理更加标准。三是人才保障，项目实施期间，公司涌现出一批勇于开拓、敢于变革的人才队伍，我们要持续营造“尊重知识、尊重人才”的良好氛围，实施更加积极的人才强企战略和创新人才政策，从人才的管理体制、用人机制、配置方式、评价制度、激励机制等方面全方位投入资源进行人才培育，强大信息人才队伍建设。