

四型机场建设示范项目：中国航油智慧航油系统

“四型机场”是以新技术、新理念驱动，特别是基于新一代数字信息技术的发展，以“平安、绿色、智慧、人文”为核心目标，使机场成为一个安全运行更有保障、生产管理智能高效、旅客服务个性精准、资源设备全面物联、内外环境绿色和谐的温馨港湾。中国航油积极参与“四型机场”创建工作，以信息化建设提升带动行业“智慧智能”升级；以物联网、云计算、智能算法、自动控制、北斗定位等新技术，研发打造了集软件、硬件、网络于一体的面向民航飞机加油的综合信息化系统——智慧航油系统，实现了航班加油保障过程的航班信息集成、任务智能派发、保障动态与资源实时监控、加油数据自动采集、电子油单生成以及基于电子油单的智能结算业务。系统提供更安全稳健高效的加注方案，大幅提升加注与结算效率和质量，为航空公司等客户提供更优质高效的服务体验；系统贯彻并践行“无纸化”理念，创新使用电子油单、推动“绿色加油”；同时实现了与航空公司、机场、空管局等单位的数据共享和业务互动，促进各方信息化建设协同，为助力打造“智慧机场”提供航油智能支持。

一、背景和目的

（一）背景

当今，以云计算、物联网、大数据、人工智能、互联网为特征的新一代信息技术高速发展，给传统行业带来了新的挑战和发展机遇。国务院先后出台了《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《国家信息化发展战略纲要》等相关文件，促进传统企业的信息化、

工业化“两化融合”，推动优势新兴业态向更广范围、更宽领域拓展。民航局发布《新时代民航强国建设行动纲要》推行四型机场，强调加强机场新技术、新产品的研发应用。2020年1月，民航局再次出台了《中国民航四型机场建设行动纲要（2020-2035年）》，指明了未来15年四型机场建设的目标、任务和路径。

在当前技术条件和政策背景下，中国航油积极响应国家及民航局号召，着手建设智慧航油系统，改变基层单位在加油作业与结算过程中，由于传统的对讲、电话、手工填写和记录等工作方式以及基于纸质油单结算造成的劳动强度大、工作效率偏低的现象，实现航油加注业务“标准化、电子化、可视化、自动化、智能化”的建设目标，以实际行动助力“智慧机场”建设，促进智慧民航生态圈的高质量发展。

（二）目的

中国航油智慧航油系统的目标是实现飞机加油业务的无线化、电子化、自动化、智能化，具体如下：

1. 依托信息技术，实现作业模式向数字化转变，形成以信息为驱动的作业标准，优化作业流程；
2. 融合4G/5G通讯技术，地理信息技术、图形化与可视化监控技术，实现业务动态的可视化跟踪监控，及时预警报警，确保作业安全、高效；
3. 实现智能调度，合理配置人力资源，降低员工工作强度，提升工作效率；
4. 践行“无纸化”理念，实现生产数据电子化，提升数据及时性与准确性；

5. 实现电子化、智能化结算，缩短结算周期，加快资金回流，降低企业应收账款风险；
6. 深挖数据价值，为生产经营决策提供支持，实现与民航各单位信息共享和业务协同，提升客户服务效率和质量。

二、主要功能

（一）系统架构

1. 两级部署结构

中国航油智慧航油系统为两级部署架构，包括各干线机场的前端智慧加油系统以及总部智慧航油云平台，如下图所示：



图 1：智慧航油系统架构图

中国航油总部：部署智慧航油云平台，与航空公司、机场、空管局、银行进行对接。

干线机场：各干线机场航空加油站独立部署和运行前端智慧加油系统，并支持多个支线机场共享运行；干线机场可与本地机场对接，同时通过运营商专线与车载终端设备通讯。

支线机场：各支线机场航空加油站部署车载终端设备，通过运营商专线与所属干线机场航空加油站后台进行通讯。

2. 车载系统架构

前端智慧加油系统包含了多种车载硬件设备，这些硬件设备是前端智慧加油系统得以顺利运转的前提和基础。车载系统构成如下：

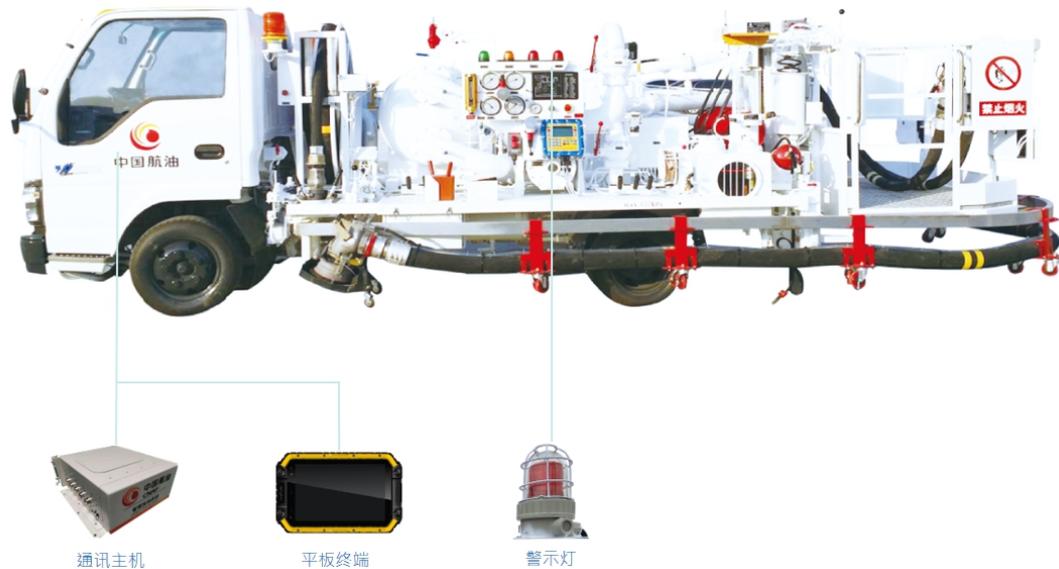


图 2：车载系统构成图

通讯主机：是车载系统核心设备，支持双 4G/5G 通讯，与后台实现主备双网互连。支持 WIFI、蓝牙、串口以及北斗、GPS 定位。通讯主机与 PAD、电子油表、警示灯等设备相连，并访问和读取相连设备数据信息。

平板电脑（PAD，加油员终端设备）：工业级防爆平板电脑，用于任务的接收和上报、电子油单生成和上传、手写签名、即时通讯等功能。

警示灯：防爆警示灯，进行任务接收、加油到量等信息提醒。

(二) 系统主要功能

中国航油智慧航油系统功能模块分为两个层次，一个是面向各机场的前端智慧加油系统，各机场相互独立运行，主要包括指挥调度、保障与资源监控、加油作业等模块；另一个是面向客户与公司整体的智慧航油云平台，在航油总部统一部署运行，主要包括信息汇聚与共享、智能化结算、大数据分析等模块。

1. 前端智慧加油系统

(1) 航班任务调度

指挥调度模块主要实现航班信息集成、任务派发与监控、以及油料参数管理、油单管理等业务。

系统集成实时的航班动态信息并实现智能化分组、过滤、排序；提供对人员/车辆信息以及任务状态信息的监控；提供包括手动派工、申请派工、预派工以及基于智能算法的智能派工在内的多种任务调度模式；提供基于航班供油保障标准的自动监测和预警报警等，大大降低调度员工作压力，提升调度科学性与高效性，优化资源配置，提升保障效率和服务质量。指挥调度界面如下图所示：



图 3: 指挥调度模块界面

(2) 保障与资源监控

保障与资源监控模块主要实现对加油车实时位置的监控、航班停场和加油状态监控以及整体保障运行监控。

系统支持北斗、GPS 双星定位，可实时回传加油车定位信息，并在定制的专业电子地图上展示；同时集成显示航班停靠信息、航班加油状态以及保障动态信息，从而实现对机场航油保障整体情况以及资源（加油员和加油车）运行状态的可视化监控，并对车辆超速、越界以及保障进度等进行预警、报警。为管理者和调度员实时掌握资源状态与保障动态，追溯车辆运行轨迹，辅助调度派工与资源调配等生产决策提供支持。保障与资源监控界面如下图所示：



图 4：保障与资源监控模块界面

(3) 加油作业模块

车载智能平板（PAD）用于加油作业，可与前端智慧加油系统后台实现实时的数据传递和业务交互。PAD 实时接收加油作业任务与航班动态，具备“傻瓜式”一键操作上报加油进度，定量加油控制，自动平衡航空器油箱油量，自动采集加油数据生成电子油单，支持手写签名，从根本上改变信息采集与传递的方式，提升信息准确性、及时

性。同时加油作业模块具备根据航班机位自动规划路径并进行导航的功能，确保加油车行驶安全、高效。以下为加油作业模块操作界面：



图 5：加油作业模块操作界面

2. 总部智慧航油云平台

(1) 信息汇聚与共享

信息汇聚与共享主要实现各机场加油保障信息的汇聚以及与民航各单位的数据共享和业务对接。平台实时汇集各机场前端智慧加油系统的保障动态信息、油单信息，并通过客户查询平台向航空公司客户开放共享；系统接入航空公司、机场、空管局的航班动态信息、预加油量信息，并回传航油保障进度信息、油单信息。数据的共享和互通强化了各关联单位的合作，促进彼此信息化水平提升，实现互利共赢，共同发展。以下为信息汇聚模块界面：



图 6：信息汇聚界面

(2) 智能化结算

智能化结算主要实现基于电子油单的结算支付业务。平台通过与航空公司、银行的三方对接，实现航油结算支付的业务链智能协同，完成业务数据向财务数据的自动转换，并驱动油款资金的实时、准确、高效流转。智能化结算体现了中国航油、航空公司、银行三方的联动效应，加速资金流转速度，实现各方共赢的发展模式。结算模块界面如下图所示：



图 7：结算模块界面

(3) 大数据分析

大数据分析是总部智慧航油云平台的模块之一，主要是对各机场汇集数据的筛选、抽取、统计、分析等处理，为运行监控、标准制订、保障预警、销售预测、生产经营决策等提供依据。

三、应用情况

（一）系统整体运行情况

系统在全国 230 多个机场部署运行，涉及 44 个干线机场的前端智慧加油系统后台软硬件安装、实施，1300 多辆加油车智慧化改造，内部使用人数高达 3500 人，每天进离港航班动态接入量约 23000 架次，任务派发和电子油单生成约 11000 份，向机场与航空公司反馈加油保障节点数据 16000 余条。

（二）智能化结算

目前，中国航油已经与 5 家银行完成对接，与南方航空在内的十三家航空公司积极对接电子油单智能结算；其中实时结算模式从飞机加油结束到油款到账前后不到 20 秒（以往结算周期约为 2 周），实现了结算业务质的转变。随着系统的推广，更多航空公司希望与中国航油开展智能化结算业务。下图为中国航油与南方航空在大兴机场开展智能化结算业务：



图 8：中国航油与南方航空开展智能化结算业务

（三）航空公司信息共享

智慧航油系统已经与部分航空公司实现了互连互通，中国航油从航空公司实时接入航班预加油量信息，并向航空公司实时推送航班加油保障进度和电子油单数据。例如，智慧加油云平台与南方航空航油E云系统实时对接实现了双方数据共享，此举进一步提高了该航空公司获取加油数据的实时性以及航油成本分析的准确性，同时预加油量的接入，为中国航油提前安排加油，优化资源调配提供了可靠支持。

四、效益和价值

（一）经济效益

1. 降低资源成本

电子油单取代纸质油单，实现“无纸化”作业，节约了纸质油单本身的费用成本，仅此一项每年可减少400多万份纸质油单印刷，节约成本400万元，减少碳排放约20吨。同时电子数据的共享也使纸质油单寄送成为了历史。

2. 降低人工成本

智慧航油系统大大提升了一线生产作业效率，降低了员工劳动强度和工时成本。仅以油单电子化与数据采集自动化带来的价值来计算，每次签单至少比原有手工填写、录入、核对方式节省3分钟，全公司、全站点每天可直接节省劳动工时累计达500多小时。

3. 降低结算成本

电子化、自动化结算降低了结算差错率，可有效避免每年因油单差错导致拒付、退单带来的支付延误成本；结算周期缩短可进一步加

快资金回流速度，平均结算周期缩短 10 天，每年可减少因资金占用带来的利息损失。

（二）管理效益

1. 以智能算法为基础的智能派工，有效提升了资源调配的科学性与合理性，促进航班保障效率，助力机场航班正点率的提高。

2. 电子化、自动化业务模式的转变，推动了现场作业的规范化、标准化，优化了现场工作流程，提升精细化管理水平。

3. 可视化、可追溯、可预警的监控手段能及时有效发现和记录各种违规行为（超速、越界），降低安全风险，强化作业人员的安全意识和责任意识，为事故争议解决、倒查分析原因提供原始数据资料。

4. 系统的推广应用，填补了中国航油从生产到销售结算业务智能化、数字化建设的洼地，为中国航油业财一体化及数字化运营奠定坚实基础。

（三）社会效益

1. 系统满足中国航油业务发展需要和信息化工程建设需要，并得到航空公司客户的充分认可。系统上线运行后，充分提高了企业服务质量和管理水平，有效提升了中国航油的核心竞争力和企业形象。

2. 系统深耕现场，服务基层，切实改善员工的工作模式，减轻员工工作强度和压力，得到基层单位一致肯定，深刻体现了中国航油“公司强大，员工幸福”的企业文化。

3. 系统实现了航空公司、机场、空管局等的互联互通，助推各民航单位信息化协同发展。

4. 系统符合“四型机场”建设需要、服务于“智慧机场”建设，为航空公司、机场、空管局等单位提供数据和信息共享，为搭建“民

航+”生态圈建立底层智慧支持；“无纸化”生产作业，既提升工作效率又为“绿色机场”做贡献。

五、主要创新点

（一）多种新技术的应用

系统由多专业技术打造而成，例如：使用物联网技术构建智慧化车载系统，将加油车、加油设备、移动终端、警示灯以及后台系统紧密连接，有机运行和控制；使用云计算与中台技术构建总部云平台以及干线覆盖支线模式，充分利用系统计算资源；使用智能算法进行任务智能派发，优化资源配置；使用北斗与GPS双星定位实现加油车实时监控；使用银企直联、在线支付技术实现油款结算与自动对账。

（二）生产作业与结算方式的创新变革

系统以电子化、自动化、智能化的手段改变了手写油单、人工录入等传统生产作业模式，实现了数据自动采集上传、油单自动生成的“无纸化”创新变革，从根本上改变了中国航油的飞机加油结算方式，将手工开具账单、手动汇款，以及手工核销油单结算款的结算模式转变为以电子化、自动化为特征的自动开具账单、自动扣款、自动核销和对账的结算模式，大大提升了中国航油飞机加油结算的高效性、准确性、及时性，降低了加油结算的人工成本和时间成本。

（三）打造“互联网+航油”的智慧民航生态圈

系统注重行业生态的建立，在建设过程中与航空公司、机场、空管局等民航业内各单位互协互建，共谋合作，互利共赢，通过加油数据、保障数据、航班动态预加油量的实时互通，提高航油生产保障效率，提升各自运营效率，促进信息化水平协同发展，助力各方共建智

慧航油乃至智慧民航生态圈，使之成为业内共同向高质量发展迈进的强大助推器。