

# 2021 年全球港航信息化发展研究与展望

## ——《2021 版全球港航信息化发展报告》摘要

上海国际航运研究中心 徐凯、郭胜童、彭宜强

### 一、技术突破驱动航运信息化变革

2020 至 2021 年间，以新冠疫情为导火索而引发的全球贸易与供应链失衡，使航运业面临高运费、不准班、通道堵、风险高、缺资金等一系列棘手的问题。全球商贸网络在信息、资金、商务、物流方面的信息协同痛点问题突显出来，需要通过数字化提升“航-物-贸”协同能力才有可能系统性解决。港航企业对数字化的重视空前高涨，而其核心问题聚焦到了“互联”之上，即在航运经营实体之间建立可信数字化连接，以业务应用场景为驱动力，进行系统性、物联式、生态型再造，适应和融入全球商贸数字化转型的大背景，实现“数字经营、数字协同、数字增值”。

2021 年，全球信息科技发展的十大进展包括：一是元宇宙（Metaverse），二是脑机接口人机协同，三是“云网边端”数字底座框架日趋成熟，四是多模融合移动通讯，五是超自动化（Hyperautomation）和机器人流程自动化（RPA），六是区块链可信商业网络日趋成熟，七是大数据技术实现“自治与自我进化”决策支持不断提升，八是量子计算性能不断增强，九是企业级应用技术架构不断开放，十是数字化立法加速。

全球信息科技的高速发展带动了港口、航运信息化（以下简称：港航信息化）的持续变革。航运数字化不是业务流程的简化过程，恰恰相反，它是通过细分化、标准化、模块化、平台化来形成自由组合的服务能力，满足商贸企业多目标、多层次、多样化、个性化的需求，实现全球商贸环境更便利、更高效、更智能、更细致的发展。

2021 年，信息科技发展对港航业的影响主要包含以下六个方面：

第一，数字底座加速发展为港航数字化转型奠定基础，5G 为代表的通信网络、物联智能设备、自动化机械、分布式云等要素有机组成数字物联框架，使智慧港口、智能船舶、e 航海等数字物联应用进入发展快车道；

第二，自动化、智能化升级改造方案日趋成熟，传统集装箱码头改造为全自动码头、传统货运船舶改造为智能化船舶的典型案例分析纷纷落地，将激发更多企业的改造热情，并对散杂货码头自动化改造和全球其他国家的港航自动化、智能化

发展产生带动效应；

第三，流程自动化（RPA）与人工智能，将从货代、船代、理货、报关等多个方面突破，加速港航业去人力化的变革速度，从业务上下游沟通赋能起步，逐渐优化业务执行程序，最终赋能业务决策；

第四，港航大数据全面进入预测算法和智慧经营阶段，大数据辅助决策将在船队智慧经营、港口智慧运营、数字物流运营、智慧行业监管方面发挥更多影响，企业的核心竞争力增量将由其业务数字化水平和智慧经营水平共同构成；

第五，港航业务线上化加速发展，航运区块链应用、数字国际物流、港口社区、数字船舶海事服务、供应链结算融资等线上业务（或交易）平台在后疫情背景下加速发展，贸易、物流、金融与航运的结合更加紧密，区块链提单的物权凭证立法和业务指南将纷纷落地；

第六，港航大数据应用因数字化转型而具备更好的发展基础，港航数据资产目录、数据代码标准、数据质量规范、数据安全规则将随着《数据安全法》的实施加速规范，港航数字化领导企业将与行业机构、信息技术企业、法律机构一起共建数字治理生态。

## 二、港航企业出现数字化转型潮

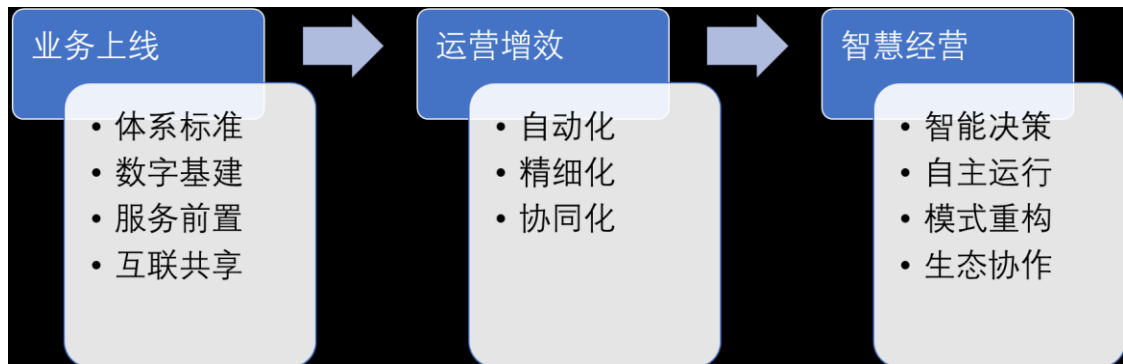


图 1 数字化转型的三个阶段

港航数字化转型，是从全局出发体系化、分步骤的运用数字科技实现港口、航运企业、陆运、仓储等环节的资源整合与共享，促进港、航、物、贸一体化、全程化、柔性化发展。其发展过程通常需要经历业务上线、运营增效、智慧经营三个阶段：

第一阶段“业务上线”，具体是指业务所涉及的信息要通过数字系统流转和处理，这就需要完成业务数据的采集、流转、分享方面的基础性工作，主要有体系标准制订、数字基建完善、服务入口前置、信息互联共享；

第二阶段“运营增效”，就是利用数字技术的特点，让其对企业的运营能力直接赋能，提升企业在业务自动化、精细化、协同化方面的实际能力，达到超越

同行的卓越绩效水平；

第三阶段“智慧经营”，是要引入人工智能、大数据、仿真计算等手段，让数字化系统具备学习、优化、革新的智慧经营能力，实现智能决策、自主运行、模式重构、生态协作等创新发展能力。

### 三、全球港航信息化市场规模快速增长

全球新冠疫情的爆发不仅没有阻碍港航企业的信息化发展，反而使得更多的港航企业拥抱数字化，加大信息化投入力度。据《全球港航信息化发展报告》测算，2020年全球港航信息化市场规模达到2976.99亿元人民币，同比增长20.18%。其中船公司仅在软件投入方面（不包含硬件设备、体系建设、人才培养等内容）就投入了338.04亿元，同比增长35.23%，港口运营软件投入266.27亿元，同比增长40.29%。未来两年，港航企业信息化投入规模仍将持续扩大，并保持每年20%以上的平均增长率。在2022年，有望突破4000亿元大关，达到4018.69亿元。

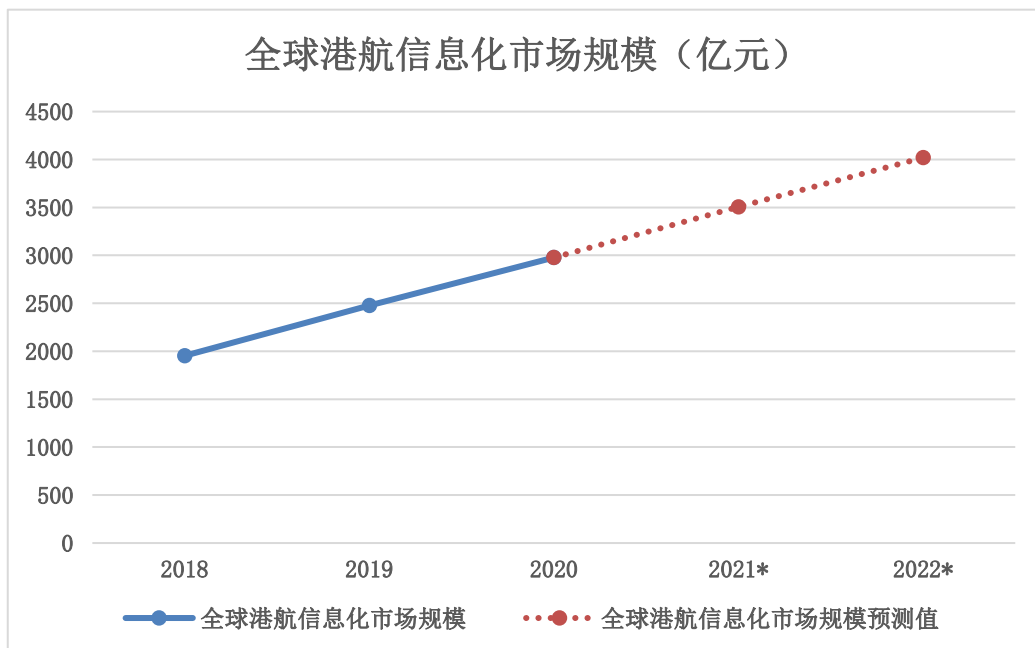


图 2 2018-2022 年全球港航信息化市场规模

注：\*和虚线部分为预测值

### 四、港航信息化最新进展与案例

#### 1、港口加快自动化改造升级，港口社区协同能力迅速提升

2020-2021 年，港口普遍探索通过自动化建设、改造、升级提升港口智慧化

水平和运行效率，得益于北斗定位、5G 技术方面的优势和垂直布置码头的特点，中国港口自动化具有不同于欧美的创新解决方案。同时，智慧港口引入更多人工智能算法赋能，港口安全监管、设备监管等辅助生产系统越来越多。

**首先，自动化码头改造升级日趋成熟。**传统码头正在向自动化码头升级转型，不管是集装箱码头还是散杂货码头，自动化已是大趋势。相比于全新自动化码头建设，传统码头自动化改造成既能适应自动化码头发展，也可以兼顾老码头业务，充分利用现有资源，受到越来越多港口的青睐。如天津港集装箱码头、宁波舟山港梅山码头、深圳妈湾港都陆续进行了对传统集装箱码头全流程自动化升级改造。

**其次，5G、AI 等技术助力岸桥的远程控制、集卡的无人化。**5G、AI 等技术通过高清视频监控途径帮助岸桥进行远程操控，支撑无人集卡驾驶算法，助力提升港口的自动化水平，并在码头安全方面得到应用。如上港集团使用 F5G 技术实现超远程控制岸桥作业；天津港利用 AI 算法研发了岸桥作业计划系统；以色列海法新港使用博大视野科技有限公司设计的港机智能辅助驾驶系统可分析车辆周边环境信息；宁波舟山港的 n-TOS 系统无人集卡自动化调度模块在码头应用；

**第三，港口自动化系统集成和协同联调需求迫切。**随着自动化码头改造建设，出现港口内水平运输设备、垂直运输设备、软件系统等由不同厂商联合进行开发应用的现象，为保障港内这些智能化装备和系统协同运行，相关集成系统和联调方案开发应用。如振华重工研发的集装箱作业任务集成管理系统（ETMS）在天津港集装箱码头应用，对无人集卡、自动解锁站、岸桥远程自动化进行统一任务管理；赤湾、妈湾集装箱码头上线 CMPort-CTOS 4.5 智慧系统，支持传统码头的智能化和自动化改造，可对接不同厂家的智能化系统；

**第四，港口安全监管、设备监管等智能化水平快速提升。**AI、可视化技术在港口安全监管、消毒防疫、绿色环保方面应用广泛，另外也出现了机器人、无人机等新型应用。如宁波舟山港镇海港区的安全生产可视化管控平台实现了港区一张图，港区的船舶作业、进提货作业、堆场作业、火车作业等都进行了可视化管管理；山东威海港的防风预警平台可以监测、记录、预警风速；青岛港使用水下智能清洗机器人为停靠的船舶清洗船底海生物。

2020-2021 年，港口社区数字化进一步发展，从港口物流、单证、数据、贸易、金融等方面不断拓展信息化相关应用，为客户提供更加便捷、透明、高效的一站式服务。

**第一，港口单证无纸化应用持续推进。**港口通过无纸化平台的建设和区块链技术的应用，提升港口物流相关业务效率。如天津港的集装箱进口提货单电子化平台将设备交接单、装箱单、提货单都实现了电子化，另外全程无纸化业务包括

提货单电子化、在线业务授权、网上提箱预约、校验码无纸提箱等；厦门远海的区块链无纸化放货平台将船公司和港口系统间的数据实现了互联互通，从而客户可在链上一次完成贯穿船公司和港方的操作流程；

**第二，港口物流加速一站式服务建设，并不断拓展新的功能。**除了一站式服务电商平台建设外，一些港口拓展了支付结算等金融服务、船改港等新的功能。如江苏省港口集团上线物流电商平台，提供涵盖港口商务、电商交易、物流信息、支付结算等供应链服务；宁波舟山港港航高效协同平台上线船公司网上转船改港功能；

**第三，港口集疏运实现智慧化管理，卡车预约与智能闸口持续发展。**港口集疏运系统借助 ETC、大数据、人工智能、机器视觉、等技术进一步提升港内车辆疏港效率，如山东日照港上线的 ETC 港口集疏运系统，实现卡车从进门、过磅、卸车，再到装车、过磅、出门一系列环节手机线上操作；山东青岛港智能空轨集疏运系统与港口 TOS、TMS、ECS 系统进行了对接；福州港务集团的散货集疏港预约系统融合了散货生产系统、辖区出入口、海关放行等多方系统；

## **2、船东数字经营能力显著提升，全程运输线上化加快布局**

2020-2021 年，航运企业在船舶智能化、运输全程化、经营数字化方面投入了更多的精力，数字经营能力显著提升，船舶自主航行能力、机舱智能化水平、船舶边缘计算能力显著加强，大数据经营决策能力大幅提升。主要体现在以下三个方面：

**第一，智能船舶自主航行和自主靠离泊等技术日新月异。**智能船舶雷达态势感知能力更强，船舶自主靠离泊技术更完善。如：芬兰瓦锡兰（Wärtsilä）集团在五月花自主航行船舶上采用 RS24 雷达系统，能提供更高的态势感知能力，进而加强船舶自主航行能力；上海佳豪船舶设计院、智慧航海（青岛）科技有限公司和青岛造船厂有限公司合作研发了智能集装箱，该智能集装箱能实现航行环境智能感知认知、自主循迹、航线自主规划、智能避碰、自动靠离泊和远程遥控驾驶；韩国现代重工（HHI）集团在智能游轮上部署了 HiNAS（现代智能导航辅助系统）和 HiBAS（现代智能泊位辅助系统）等多个自主导航技术并在 10 公里长的运河全自主船舶游轮完成了试航行；

**第二，智慧机舱助力降低燃料消耗和发动机检修。**辅助决策系统在降低船舶燃料消耗和船舶发动机视情维修、预知性检修等方面应用。例如：中国船级社（CCS）优化了一项采集航行设备运行参数数据，以及利用船舶航行状态、设备运行数据、能耗排放数据等数据，利用大数据处理、数值分析及仿真优化等关键技术，船岸实现对航行行为及船舶耗能设备监控、排放控制区（ECA）预警、能源

管理和能效分析评估、辅助决策等功能的能效服务产品；ABB 的 Tekomar XPERT 发动机性能监控和诊断软件，可以在发动机正常运行期间较好的自动识别发动机性能偏差的根本原因，最大限度地减少找到问题的时间并促进快速纠正行动；

**第三，船舶数字化经营能力大幅提升。**船舶的数字化管理需要精准的数据支持，随着大数据、人工智能等技术的加持，极大程度上提升了船舶运营管理的效率，增加了企业的效益。如阿联酋航运公司、钢铁生产商 SSAB 和瑞典的奥克塞尔松港进行了虚拟抵达试验，帮助船舶运营商提供了更可靠的调度和船舶排队；同样的 Hapag-Lloyd 船舶使用瓦锡兰 Navi-Port 系统控制抵港时间，减少燃料消耗以及气体排放；招商轮船对 VLCC 船队和 CAPE 船队的智慧经营提供了大数据平台支持；现代重工集团开发出基于人工智能(AI)的船舶安全管理系统 HiCAMS，提高了对烟雾的监测灵敏度，用于监控船舱内部火灾，为安全航线保驾护航。

2020-2021 年，海运物流数字化服务取得了显著的成果，船公司基于物联网、电子商务、区块链等一系列的业务线上化取得丰富成果。

**第一，班轮公司的直营线上通道发展提速。**航运订舱服务一直都是船公司电商平台的核心功能，各大航运公司不断创新，为用户提供了良好的服务。如地中海航运的实时报价功能，全天候自动报价服务，实现 1 分钟获取实时运费；以星航运与阿里巴巴合作开展海运跨境电商服务，提供透明价格，爆舱时期保证舱位，6 天 9 小时的专有客服以及灵活的结算方式等；中远 Syncon Hub 平台上线 COSPLUS Instant，在美线这个特殊航线的在线报价、在线签约、在线订舱、在线支付、在线提单；

**第二，集装箱运输过程的感知与追踪能力显著提升。**船舶集装箱的实时动态全方位需要更全面、更透明、更可靠的掌控。如赫伯罗特“Hapag-Lloyd LIVE”提供了对冷藏集装箱状况和位置的实时监控数据；BoxPlus 宣布将与冷藏集装箱领域的 SEACO 合作，提供基于物联网的冷藏集装箱的租赁服务，用户可以及时了解及时了解集装箱的位置，冷机的运行参数。

**第三，航运区块链技术助力全程运输数字化。**由于市场的不断变化，航运业的物流服务也在持续整合。马士基和 IBM 联合开发的 TradeLens 是支持区块链的数字供应链系统，提供签发、转移和交还正本提单的服务；数字集装箱运输协会（DCSA）发布了首个关于货物预订和提单签发（B/L）数字化标准，为提单的准备和签发建立了行业标准；中远海运集运主导的 GSBN 与中国银行等共同打造“航运提单+贸易单证区块链平台”，利用区块链的特点为用户提供了无纸化服务；MSC 地中海航运使用 WAVE BL 平台，可通过直接、加密的点对点传输进行交换，并支持单证修改。

### 3、第三方电子商务平台越发成熟、多方资本不断涌入布局

2020-2021 年，国际物流数字化发展成为热点，服务集成化程度越来越高，散货运输和海事服务电子商务也取得了长足发展，各路资本加快布局，整合并购不断上演，航运业、零售业、制造业资本纷纷入局航运电商。

**第一，行业的整合和收购不断升温，线下资源整合提速。**物流企业和科技企业之间的合并案例，以及物流企业对上下游资源的整合案例集中爆发。例如 Flexport 相继投资电商平台 Elliot、B2B 支付平台 Routable、物流公司 Flextock、金融科技平台 Axle、电商平台 Tajir、卡车运输公司 Trella、开发平台 Gembah，并收购了技术公司 Crux Systems，采取了包机业务；环世物流和大掌柜于 2020 年完成合并，成立新环世，并获菜鸟投资；运去哪收购近洋航线货代公司，并投资拖车公司，布局海外分支机构及运输网络资源；全球捷运基于云计算服务布局码头外堆场资源，并建设内陆港堆场和货站等。

**第二，散货运输业务与大宗贸易交易相关的平台集中上线。**相比于集装箱运输市场的电子商务项目数量众多，散货运输市场的平台项目起步较晚，数量也不多，但去年以来新上线的平台逐渐增多。如：中储股份与京东数科联手打造的“货兑宝”平台推出“大宗商品供应链协同服务”、“大宗商品数字化仓库”、“大宗商品存货电子仓单”等供应链一体化解决方案；招商局能源运输（新加坡）控股有限公司搭建了船舶后市场服务“B2B2C”电商平台；由亿海蓝和天津中运海运集团推出的金刚鲸海运物流电商平台主营钢贸货代业务；苏州大宗商品电子交易中心联合江苏苏州港集团共同创建的“港口大宗智慧供应链交易平台”，可实现在线仓单注册、实时电子交易、融资授信、远程理货交收、装卸运输等服务等。

**第三，航运电商竞争加剧，战略合作层出不穷。**围绕海运物流的整个数字化进程都在加速，各个平台企业都在发力争取细分市场的头部优势地位，行业战略合作加速开展。如 GSBN 在香港完成实体组建，与中国银行开展支付业务合作，并于今年 7 月与国内 8 家港口集团和港航公司达成合作意向；环世物流携手中远海运、上港完成电商进口货物全程无纸化换单提货，携手上港集团、蚂蚁链、集行科技共建数字化集港运力市场；荣易达与多家银行合作开展线上金融业务，与蚂蚁链合作打造区块链金融服务，并与多家船公司建立合作；运去哪与新加坡港务集团、以星、国家物流平台、上海国际航运研究中心开启深入合作等。

**第四，资本加速布局航运电商板块。**不同于前几年的偏重于早期投资的情况，目前航运电商和科创项目在各细分板块头部企业逐渐显露，资本投资个案金额都在显著提升。如以星航运投资区块链开发商 Wave BL 注资 800 万美元；西井科技已于 C3 轮融资吸引了远海信达、上海国资平台科创投集团、深圳鹏瑞资本、

创研中祥资本、和高资本参与；运链获得准时达 2.02 亿美元的战略投资；中国外运增资运易通 1.4 亿；E-PORTS 获得住友商事亚洲资本 B2 轮战略投资等。

## 五、全球港航信息化发展趋势

从全球港航信息化发展现状可以看出，航运业数字化科技正高速发展，并不断探索运用前沿信息技术，推进行业转型升级。参照 Gartner 公司新兴技术成熟度曲线分析方法，上海国际航运研究中心给出了港航业技术成熟度曲线分析结果，如下图所示。

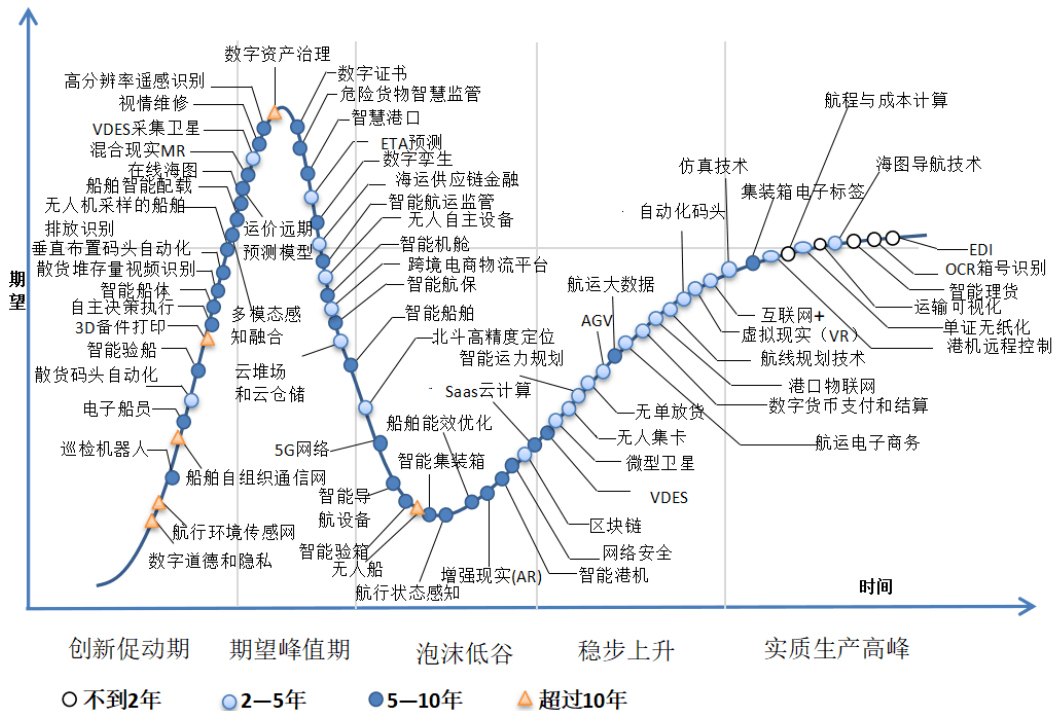


图 3 2020 年港航业技术成熟度曲线

可以看出，2021 年，数字资产治理、智慧港口、数字孪生、ETA 预测、等技术与应用是行业内的发展热点，区块链、增强现实、无人集卡等技术已经从低估期往稳步上升期前进，行业对于区块链的应用、标准研究关注度比较高，航运大数据也踏入了稳步上升期，行业中越来越重视数据的挖掘和应用，通过大数据来促进企业经营和管理。

2022 年，港航信息化发展的新热点将会聚焦在智慧经营、数字底座、互联协同三个方面：



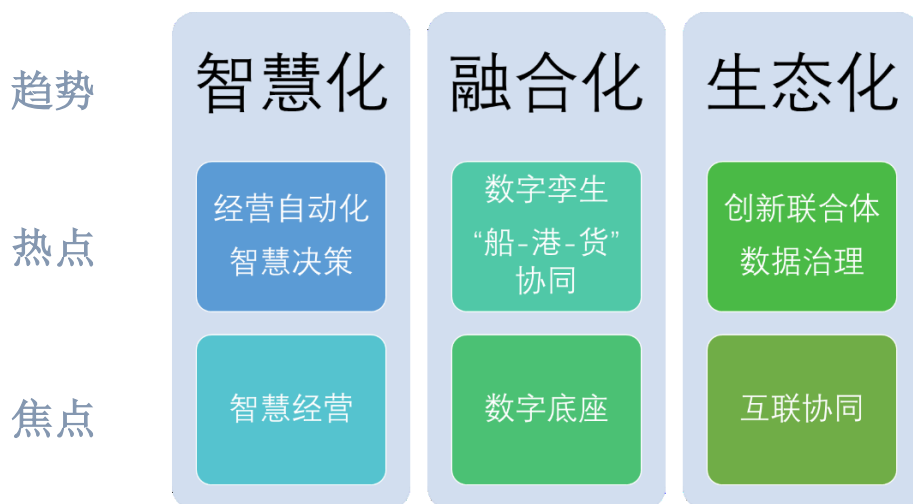


图 4 2022 年港航信息化发展热点示意图

**热点一：港航智慧化聚焦于经营赋能。**2022 年智慧航运将会主要推进流程自动化机器人（RPA）改造桌面工作自动化、传统垂直布置集装箱码头的自动化改造、港口和航运企业基于大数据的经营决策支持等，从不同角度减少港航业人力成本、提升业务效率是今年的主题，其核心逻辑是强化**经营自动化和智慧决策能力**。一方面，港航业重复性工作、劳动密集型工作将依靠经营自动化来升级；另一方面，系统将从海量港航大数据中提取有价值的信息，预测未来的情况，并为港航企业经营决策提供支持。自动化自主设备会从简单执行预设指令，逐步探索提升自适应能力和负载优化能力，港航自动化系统的数据持久化能力和实时监测能力将全面提升。依靠监测数据和智能算法，未来可以实现的数字化应用场景很多。例如：面向港口经营可以提供港口拥堵、船舶抵港等临近预测（Nowcasting）、港口水域资源服务调度（包括泊位协调 JIT（Just In Time）、引航调度 JIT、航道分配等）和资源配置的智慧决策等；面向航运企业可以推出集装箱、干散货等货种的船队智慧经营决策系统，实现运费趋势预测、运力资源调配、船舶投资决策、船舶智慧调度优化等。

**热点二：融合化聚焦于数字底座。**融合化当前的核心任务是把港航数据资源多维度、多模态、多节点融合，使数字系统可以全面接入港航业务体系之中，“云-网-边-端”数字底座与港航业务的深度融合将成为大势所趋，从而为智慧化打好基础。2022 年融合化热点将在**数字孪生和“船-港-货”协同**的发展。港航企业需要以提升业务协同能力和综合服务能力为目标，通过物联网建设和电子商务将业务放到数字化环境开展（即实现业务数据化），构建企业数据大中台，实现数据采集和产生融合，以便支持数字化运营能力的实现。同时，物联网和大数据为代表的数字底座，可以融合线上数据流转和线下资源调度，可以更好的让港航赋能国际物流。例如，在数字化生态下，打通“船-港-货”信息流、商流、资金流、

物流协同能力，延伸单一窗口的服务对接，实现航运、物流、贸易业务的深度融合，为国际商贸和实体产业提供便利、高效、智慧的服务支持，全面提升智慧口岸营商环境。

**热点三：生态化聚焦于互联协同。**航运数字化的竞争，本质上是模式、标准、生态的竞争，生态的范畴不断延展，需要标准作为生态互联的基础，从而优化全局业务模式。建设一个快速、高效、低成本、高信息化的国际物流生态，需要更为广泛的合作和链接。港航业原来的固有业务边界会被打破，新的模式和秩序会确立，原有业务链条和业务生态中的地位会发生变化。但这种变化并非无迹可寻，而是注定朝着更标准、更细化、更紧密的方向转变。2022年生态化的核心问题是**创新联合体和数据治理**。一方面，数字物流生态将加速构建，更多航运跨界创新合作将涌现，包括相关港航数字化组织的成立、联合实验室组建、战略联盟缔结等。如：港航企业与金融机构加快合作，将线上支付结算和融资服务融入物流服务交易流程，资金流配合信息流、商流和物流，四流合一提升国际物流效率；另一方面，区块链背景下电子证书和凭据将被赋予法律认可，更多的电子商务和电子政务应用面临着商业机密泄露、不公平竞争、数据丢失、恶意篡改、数字诈骗等数字化风险，必然促动数据治理的全面升级。包括：数据分层分级、数据跨境流动、数据脱敏规则、数据质量评估、数据分类标准、数字资产审计等诸多问题。