

基于综合集成管理的复杂巨系统协同方法研究

段佳奕¹, 吴 伟²

¹苏州科达科技股份有限公司, 江苏 苏州

²海南省大数据管理局, 海南 海口

收稿日期: 2023年6月14日; 录用日期: 2023年7月5日; 发布日期: 2023年7月24日

摘 要

构建高效协同的海南自贸港社会管理信息化系统是海南自贸港风险防控和社会管控工作的内生需求, 也是自贸港社会治理现代化建设的重要举措。本文重点分析海南社会管理与治理信息化系统的复杂性, 结合系统论与综合集成管理方法, 探索研究复杂巨系统协同方法论与实践路径。以海南社会管理信息化平台实战服务效能提升为出发点, 针对复杂业务信息化系统“跨层级、跨部门、跨系统”协同的瓶颈, 对关键问题及其方法论进行研究, 以综合集成管理理论为指导, 提出矩阵管理方法, 讨论矩阵协同管理系统构建思路, 引入规范公约加仲裁机制, 为海南社会管理信息化平台及其业务体系的高效运转提供管理方法及工具。

关键词

海南自贸港, 复杂巨系统, 综合集成管理, 协同方法, 矩阵管理

Research on Collaborative Methods for Complex Giant Systems Based on Integrated Management

Jiayi Duan¹, Wei Wu²

¹Suzhou Keda Technology Co., Ltd., Suzhou Jiangsu

²Big Data Administration of Hainan Province, Haikou Hainan

Received: Jun. 14th, 2023; accepted: Jul. 5th, 2023; published: Jul. 24th, 2023

Abstract

The construction of an efficient and collaborative social management information system for the

Hainan Free Trade Port is an inherent requirement for risk prevention and social control in the port and a significant measure for modernizing social governance in the free trade zone. This paper focuses on analyzing the complexity of the social management and governance information system in Hainan, combining systems theory and integrated management methodologies to explore the collaborative methodology for studying complex giant system and practical path. Starting from enhancing the operational effectiveness of the Hainan Social Management Information Platform, this study addresses the bottlenecks in cross-level, cross-department, and cross-system collaboration within complex business information systems. It conducts research on key issues and methodologies, proposing a matrix management approach guided by an integrated management theory. The paper discusses the strategy of constructing a matrix collaboration management system, introducing standardized conventions and arbitration mechanisms to provide management methods and tools for the efficient operation of the Hainan Social Management Information Platform and its business system.

Keywords

Hainan Free Trade Port, Complex Giant Systems, Integrated Management, Collaborative Approach, Matrix Management

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

海南全新的战略定位、全新的政策创新和全新的开放程度, 给社会管理和治理带来了全新挑战。自贸区(港)全面开放的状态下, 城市人口、经济、社会结构转变, “贸易自由便利、投资自由便利、跨境资金流动自由便利、人员进出自由便利、运输来往自由便利”引起社会主体元素大幅增长, 社会管理与治理体系从宏观到微观都处于不间断的动态变化中, 治理与管理呈现多结构、多层次、多要素的特性。

社会管理信息化平台是立足当前海南全面深化改革的大局, 面向自贸区(港)建设背景下的海南全省社会治理体系与治理能力现代化需求, 通过整合全省社管资源并依托各委办厅局“人流、物流、资金流、信息流、商品流”管控相关业务系统已建能力, 基于网络信息体系的“管理-服务-支撑”一体化联合信息环境, 形成的一个协同、共享与赋能的枢纽平台, 为全省社管业务提供数据共享、业务协同等核心能力。平台核心是通过数据共享和业务协同支撑体系重构, 是典型的三融五跨(技术融合、业务融合、数据融合, 跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务)复杂巨系统, 应用覆盖社会管理的联合感知(Observation)、联合研判(Decision)、联合行动(Action)、联合评估(Evaluation)等 ODAE 全过程。

本研究以海南社会治理和管理的复杂信息化体系的协同实现为研究目标, 对跨域协同实现的关键问题分析, 剖析海南社会管理信息化平台协同与综合集成管理方法的适配程度, 结合该方法论思想, 提出海南社会管理信息化平台各项系统间的协同方法, 探索巨系统管理方法在海南社会治理内外部协同管理领域的实践路径, 基于方法论实现对自贸港社管体系信息化工作的科学指导。

2. 海南社管平台跨域协同的关键问题分析

2.1. 海南社管平台的体系结构的复杂性

目前学界并没有统一、具体明确的复杂性定义。钱学森是国内接触复杂性理论最早并敏感地意识到

它是 21 世纪的新科学的学者之一。钱学森以系统再分类为基础, 提出了他对复杂性的界定。他认为复杂性可概括为: 1) 系统的子系统间可以有各种方式的通讯; 2) 子系统的种类多, 各有其定性模型; 3) 各子系统间的知识表达不同, 以各种方式获取知识; 4) 系统中子系统的结构随着系统的演变会有变化, 所以系统的结构是不断改变。[1]

社管平台是海南社会管理与治理业务运转的枢纽通道, 建设融合海南省 38 个单位的信息化现状, 兼容并协同各单位已有业务系统, 集成相关业务部门现有功能, 串联社会管理整个业务链条, 业务协同架构见图 1。平台汇聚社会管理与治理相关的所有信息和数据, 通过网络实现人、事、地、物、组织等多个维度的信息采集, 并在社管平台这一智慧空间内实现信息的时空压缩, 将虚实空间信息进行融合, 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。作为配套海南自贸港社会管理与治理工作的总体平台, 数据汇聚、信息枢纽、智慧中心三方面的战略定位使其结构、属性完全符合钱学森关于复杂性的定义描述。

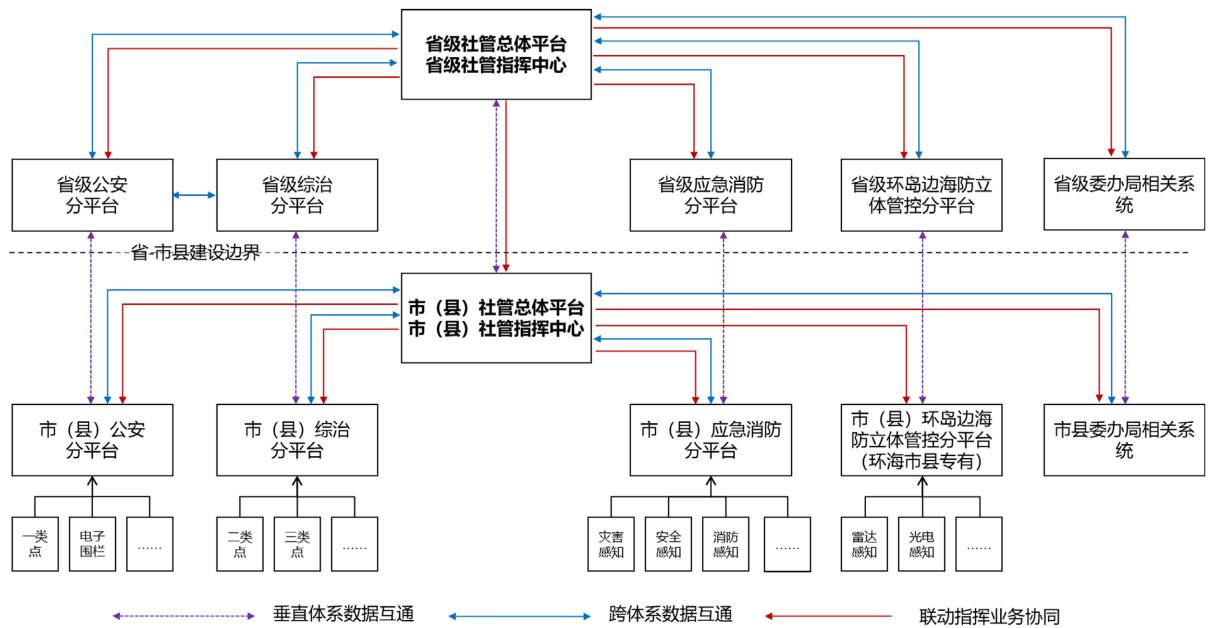


Figure 1. Collaboration structure of social management business

图 1. 社管业务协同结构

2.2. 社管平台系统协同要解决的关键问题

社管平台体系的联合信息环境下, 子系统种类众多、结构各异, 协同联动的社会管理事件触发信息系统内外部复杂交互, 系统间信息关联、物理耦合与相互作用。实现系统间的协同增效依赖平台底层控制要素间的高效联动, 而社管平台结构的复杂性、边界的复杂性、运动的复杂性使得要素的协同存在大量问题。

分析社管体系系统协同的基础流程如图 2 所示: ① 社会管理与治理事件触发事件处置行为; ② 事件主体进入相应的支持系统事件处置入口, 输入处置需求; ③ 支持系统发起协同需求, 由协同管理系统负责协调内外部协同对象进行响应, 输出。从实现环节分析协同控制的关键, 核心主要在于两个问题的解决: 1) 如何通过分析社管协同的主体边界、作用机制, 解构主体间的关联关系, 明确协同控制的输入; 2) 如何高效响应主被动协同需求, 精确控制系统输出。

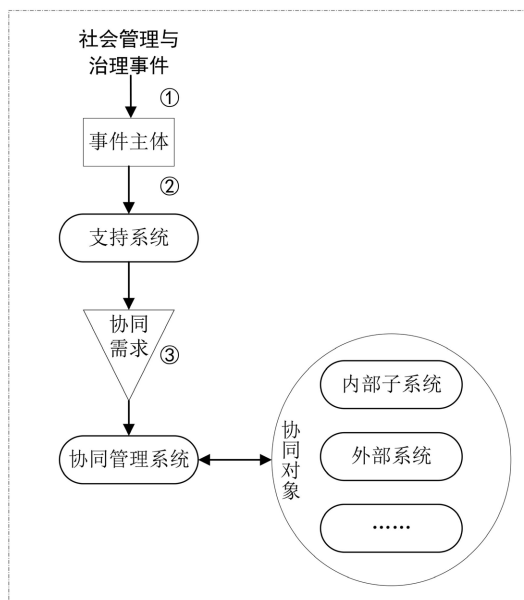


Figure 2. Basic process of collaboration
图 2. 协同基础流程

鉴于社管平台结构的复杂性、边界的复杂性、运动的复杂性，复杂巨系统视角在自贸港社会治理管理的整体性逻辑、系统内部件连接方式以及部件要素的说明上，均具有更高的契合度和更强的解释力，更适合作为系统业务再现及优化的逻辑基础。针对社管平台这类动态非线性复杂系统的协同问题，需要引入复杂性管理的综合集成方法。

3. 综合集成管理的方法论思想

3.1. 综合集成管理的实质

1) 综合集成管理的基本理论

传统管理学理论范式被广泛应用在确定、稳定、可预测的对象领域，从构成论的角度来对管理对象进行分析管理。随着复杂性研究的深入与研究边界的不断延伸，管理方法不得不做出变革应对复杂性的增加。上世纪 90 年代，钱学森基于对还原论和整体论的结合研究，提出了综合集成方法。方法的基本思想是对于复杂系统的分析管理要综合多领域多层次的信息和知识，将专家经验、知识等“人”的管理因素与系统结构、性质等“机”的受控主体进行集成。黄欣荣等学者认为，开放的复杂巨系统具有科学与经验的本质，综合集成方法实际上是遵循科学与经验相结合、智慧与知识相结合的途径，去研究和解决开放的复杂巨系统问题。[2]

2) 综合集成管理的思想内涵

复杂系统理论不属于一般的经验科学，而是一门具有工具性质的方法论科学。[3]综合集成管理作为复杂系统理论的一个领域，这种系统方法综合集成各种知识，实现从定性到定量认识的功能，主要得益于发挥系统整体优势、综合优势和智能优势。[4]科学从方法论到管理方法，综合集成实际是对不同性质资源的集成，针对复杂性系统这类管理对象，结合系统外的控制主体因素，形成新的认知规则，设计和构建管理模型。本质是构建一个新系统来驾驭被管理的复杂系统，新系统的设计构建重构被管理资源之间的接口关系，在协同管理域内形成新的对接空间，通过协议、规约等设计，避免过程冲突，规范管理结构。

3.2. 综合集成管理与海南社管平台协同的适配性分析

海南社会管理与治理包含人流、物流、资金流相关的各子系统,要素关联复杂且开放。平台包含多样信息化技术、海量数据以及多类参与主体对象,对系统的运行管理遵循复杂巨系统规律。针对海南社管平台这类复杂系统的协同问题,对单一子系统采取效率优化措施并不一定能带来全局效率的优化,甚至还可能造成新的问题,传统的分解、叠加方法在社管平台系统协同控制中失效,以往强调分解和简化的还原论,将社管平台分割成若干子系统,然后各子系统之间的复杂交错性使其难以简单分解,且分解出的小系统模块的权限关联管理往往已不是原来的权限体系,对系统很难进行协同处理。

综合集成方法通过集成专家经验、数据信息、计算机技术,统筹宏观和微观,既能在宏观上横向对社管这一复杂巨系统内外部覆盖范围进行研究,同时能在微观上纵向深入场景-部门-系统-功能-接口-数据。以复杂巨系统视角,关注系统协同中人的因素,引入专家组对社管平台进行观测以及数据统计、决策判断,结合科学研究与专家经验,优势互补,这种“集大成”的工程管理思维有利于发挥社管平台的整体优势、聚集效应。

4. 基于综合集成管理的社管平台协同方法

4.1. 基本内涵

方法论的基本要求是以社管平台服务实战的功能定位出发,对社管专家体系、计算机体系、数据信息体系进行综合集成,构建一个新的协同管理系统来驾驭被管理的社管平台内外部关联系统,该系统受社会管理与治理业务主体制约。主体对平台的协同逻辑的实现,必须要对系统接口进行良好的设计,接口可表现为协议、机制等多种形式,有效设计接口有助于减少集成管理协同过程中的冲突,规范管理结构。方法论的实质是通过加入新的协同管理要素,综合专家体系与协同管理系统,经验与技术相结合调整社管平台体系下各系统输入、输出从而提升系统整体运转效率,核心就是改变和调节各系统的关联、制约关系,以使系统具有更理想的运行结果。

4.2. 基本原则

基于综合集成管理的社管平台协同方法需要遵循下列原则:

1) 新的协同管理系统的第三方原则:所构建的复杂巨系统工程管理机制,要充分保证管理系统的第三方特性,系统在社管体系内外部各相关业务系统之外对各类业务系统以第三者的身份进行工程管理,定位于解决协同管理问题的工具。新的协同管理系统若不能保障其独立性,则管理与被管理会在系统内产生逻辑混乱,相当于在被管理的复杂对象中引入新的业务关联对象,不利于协同的高效实现。

2) 管理方法的可迭代更新原则:方法论可以理解为对社管平台体系内外部对接关系的管理组织、制度和机制的设计管理,对复杂系统的管理决策应该是不断比对、逼近和收敛的过程。作为管理对象,社管平台内外部相关系统均逐步迭代升级适配社会管理与治理的动态需求,对其进行协同管理的方法应该是逐步分析、分解、协调、控制的循环迭代更新。

4.3. 方法过程

基于综合集成管理的社管平台协同方法针对社管平台这个复杂管理对象,根据明确的协同目标,对其进行分析理解来构建新的协同管理系统和管理方法机制。基于上述的思考,构建巨系统深度协同管理的六步闭环法,包含社管平台定位分析、矩阵管理框架、场景职能矩阵、场景模块矩阵、模块系统矩阵和审查仲裁机制六个模块,模块相辅相成,并能逐步迭代,形成闭环。其方法过程见图3,具体过程如下:

1) 基于社管平台的业务定位制定矩阵管理框架

组建专家团队, 基于专家经验对平台发展现状进行充分调研, 结合业务痛点难点与实战需求, 得出新的协同管理系统的管理框架。以社管平台服务实战的功能定位出发, 系统逻辑横向为业务场景所涉及到的单位、部门; 纵向为以业务场景为主轴涉及到的系统、功能、角色。

2) 依据矩阵管理框架, 通过职能关联场景规范矩阵应用

研究分析业务场景与社会管理治理主体职能的映射关系, 通过场景/职能矩阵, 以场景触发部门为主, 场景协同部门为辅, 场景与部门的关联, 形成场景与职能的矩阵, 以矩阵模型表述场景与职能的深层关联关系。

3) 以场景职能矩阵为牵引关联内外部系统与模块

研究分析业务场景与信息化系统的映射关系, 分析交叉场景, 通过对各类系统能力体系的功能模块、与业务单元的关联关系、场景输入输出等内容进行微观分析, 形成跨系统业务场景/模块矩阵表, 规范场景关联的矩阵应用。

4) 以场景为主轴, 通过公约约束系统及功能之间的交互规范

以实战业务场景为主轴, 明确系统间交互信息的属性, 对交互过程中的数据流、指令流、业务流建立社管公约机制约束, 实现各应用系统间协同、交互的可信管理及规范管理。借助区块链等可信手段, 对交互的数据流、指令流和业务流属性进行分流执行处置, 对各流执行过程及结果进行链上回馈, 通过通信、连接、执行、反馈、告警, 形成闭环体系管理。

5) 末梢矩阵节点接受规范性审查和异议仲裁

系统协同管理常态化运行基于公约, 并常态化开展规范性审查工作。对于出现需求变更、应用升级等有可能超出公约机制约束的因素, 通过模仿 WTO 的仲裁机制, 对公约进行完善补充, 引入专家组, 开展异议仲裁, 完善协同机制存在的各种缺陷的同时, 构建协同规范体系, 为社会治理和管理的复杂系统提供机制协同约束管理。

6) 运行结果促进持续优化建设

作为公约的补充, 对于多方仲裁后有普遍意义的结论, 可纳入公约条款内, 更新公约机制, 服务支撑并完善公约的运行。

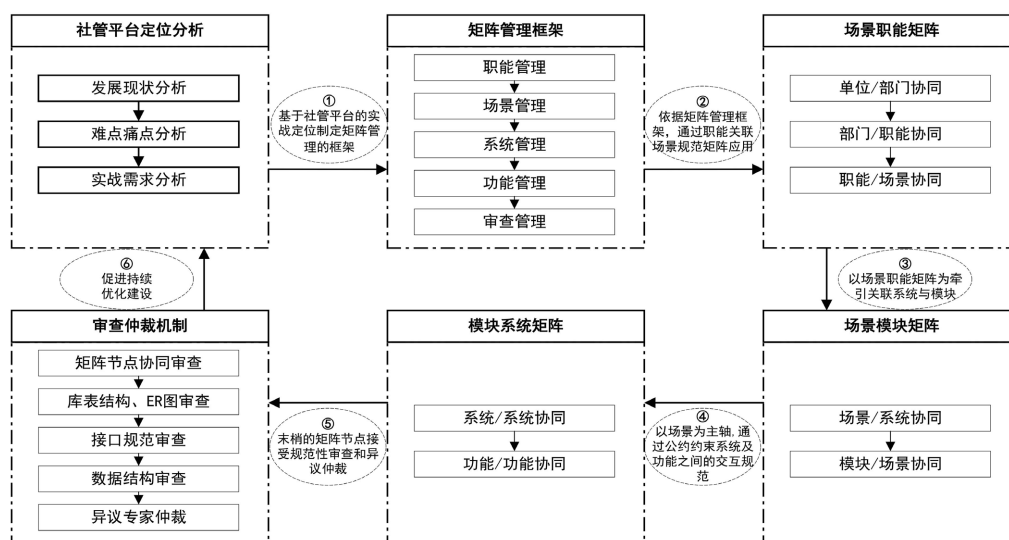


Figure 3. Methodology process

图 3. 方法过程

基于上述方法过程, 通过协同矩阵, 解决网状管理需求。矩阵管理方法框架根据前期、中期、后期不同阶段协同属性特征, 用需求协同、监管协同、审计协同三种协同模式, 可以覆盖社管平台从规划初期需求场景到后期系统使用审计的全生命周期业务过程。

5. 矩阵协同管理系统实践

5.1. 矩阵管理系统的设计

1) 系统整体框架

设计矩阵管理系统, 对基于综合集成管理的社管平台协同方法进行验证。系统设计框架结构如图 4 所示, 包含对部门、系统、场景、矩阵、仲裁、项目团队、资源池的管理, 全维汇聚社管平台关联的单位、部门、职能等要素, 以矩阵的方式进行全要素监管, 确保社管平台基础要素管理的规范性和完整性。梳理单位、部门“三定职能”, 以职能规范业务场景内容, 以场景/部门的矩阵交互节点展示具体业务场景明细, 为系统及功能建设提供规范约束。以场景触发部门为主, 场景协同部门为辅, 通过场景与功能的关联, 场景与部门的关联, 形成场景/功能矩阵。各个功能之间的交互关联形成对应的业务节点, 对节点进行流程化排序, 完成整个业务场景的协同实现。

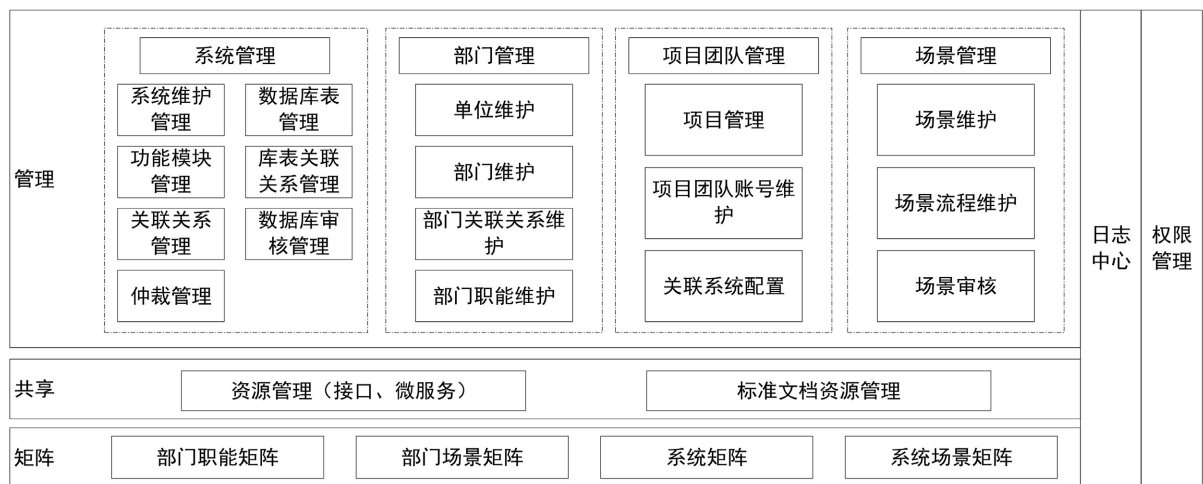


Figure 4. Frame structure

图 4. 框架结构

2) 角色及业务逻辑

社管平台协同主体矩阵管理需求包含横向(海南自贸港社会治理和社会管理涉及到的各行政单位、部门等)和纵向(海南自贸港社会治理和社会管理应用的场景、系统、功能等)两个方面, 根据对主体的关联分析, 设计相应的用户权限体系。用户角色分为项目开发团队、指导规划组、部门管理组三类。项目开发团队与项目团队账号相关联, 实现对系统、系统功能模块、数据库、系统关联关系的维护; 指导规划组分为项目管理员、场景管理员、标准管理员、仲裁管理员; 部门管理主要对部门维护、部门职能维护、部门场景维护等内容。具体业务流程如图 5 所示。

5.2. 实例分析——场景验证

以调度无人机的场景为例, 对其进行信息分析, 分析信息内容见表 1。巡查人员发现社会管理与治理相关事件, 在事件的上报处置反馈过程中, 产生调度无人机进行现场侦查、监视、鉴别、取证的需求。

场景关联业务流、指令流、数据流的流转涉及群防群治系统、综合执法系统、空间服务系统、指挥调度系统、遥感影像应用平台、网安大数据系统、无人机飞控系统、区块链等多个系统。

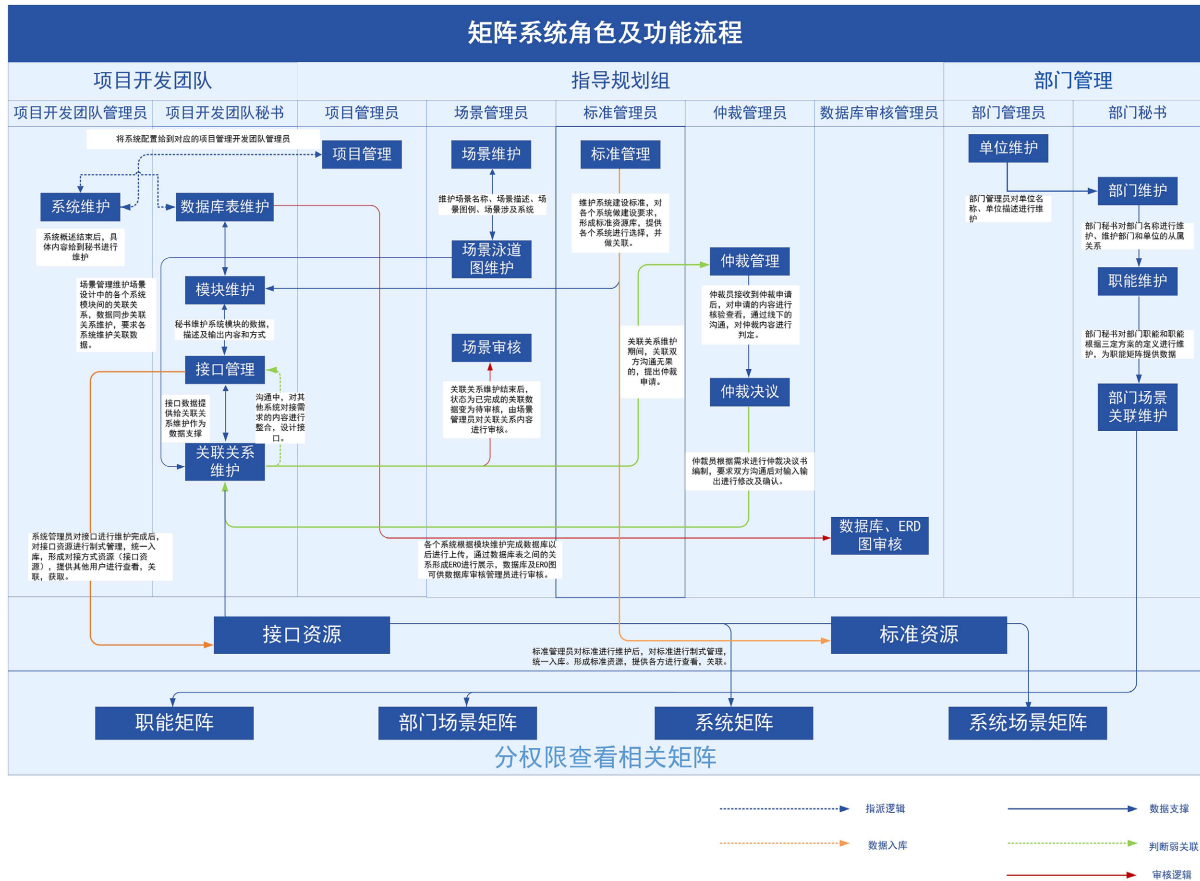


Figure 5. Logical Architecture
图 5. 逻辑架构

Table 1. Information for scenario analysis
表 1. 场景分析信息

序号	业务职能	系统名称	上链信息
1	巡查职能	群防群治系统	1) 事件描述 1) 坐标
2	执法职能	综合执法	2) 无人机调用申请 3) 网安预警申请 4) 遥感影像申请 5) 执法反馈
3	地图支撑职能	空间服务系统	1) 地图数据
4	指挥调度职能	指挥调度系统	1) 事件执法指令 2) 遥感调用指令 3) 网安调用指令 4) 无人机调用指令 5) 巡查指令

Continued

5	影像支撑职能	遥感影像应用平台	1) 影像数据
6	预警职能	网安大数据系统	1) 预警信息 1) 飞行服务数据
7	无人机服务职能	无人机体系	2) 航线数据 3) 飞行指令反馈

从事件上报到无人机执飞处置整个环节涉及到多个系统，交互级别深入至功能级数据交互，在建立矩阵协同管理系统之前，业务场景的实现为多对多通信协同，各系统各自独立对接，交互节点多、标准化程度低，各个业务之间高频对接存在的不确定因素可能导致整个系统运转不畅。

基于矩阵管理系统建立协同模型，对模型所涉及到的单位、部门、系统、功能进行分析，重构系统与系统通信流转结构，见图 6。区块链构建的链网，贯穿整个场景的始末，支撑业务的流转，保障功能与功能之间依据社管公约的数据交换标准和处置标准进行事件的处置和业务的执行。通过矩阵的协同处理方法，大大降低了由业务场景触发的社管平台协同通信复杂程度，重塑了协同业务流程，有效提升了事件处置效率。

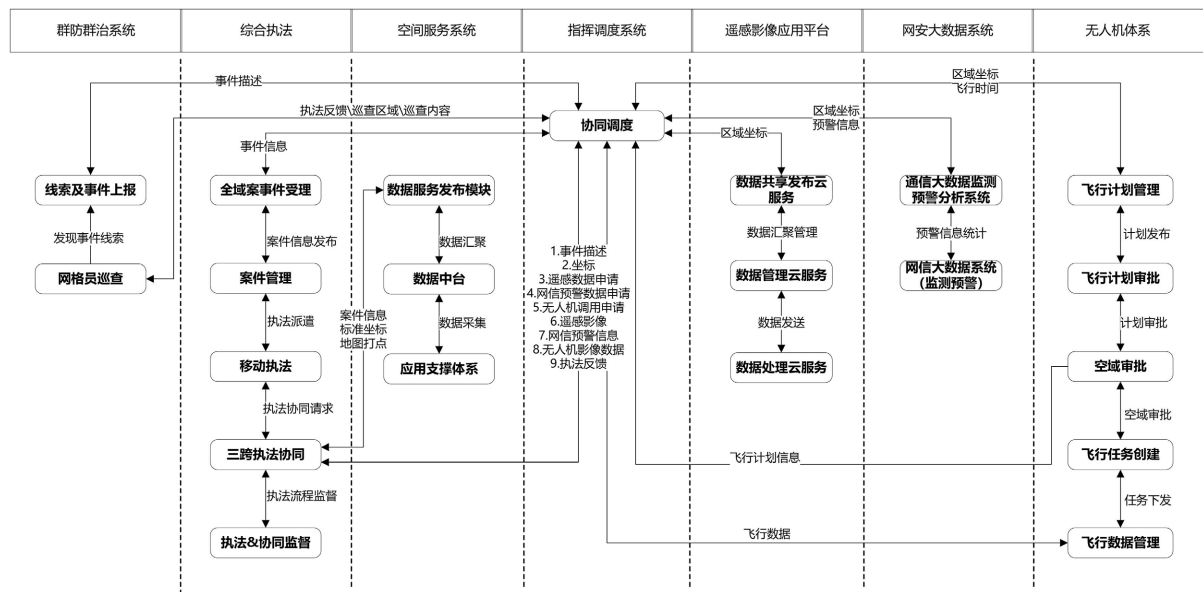


Figure 6. Schematic diagram of matrix collaborative flow
图 6. 矩阵协同流转示意

6. 结论

本文从海南社会管理信息化平台实战服务效能出发，在钱学森复杂系统思想视域下分析海南社管体系信息化系统，针对复杂社管平台内外部协同方法进行了探讨，并就方法论的系统实践进行了研究。本文以综合集成管理方法论为指导，研究提出了基于综合集成管理的社管平台协同方法，方法思路是对社管专家体系、计算机体系、数据信息体系进行综合集成，实践路径是通过构建矩阵协同管理系统来驾驭被管理的社管平台内外部关联系统及主体对象，通过实例分析验证该方法有效支撑了社管信息化体系协同，提高了系统运转效能。本研究为复杂系统的综合协同提供了可行思路，为复杂巨系统的跨域协同提

供了一种方法论, 为复杂巨系统的跨域协同管理系统设计、应用提供了一定的技术基础, 具有十分重要的意义。

基金项目

海南自贸港社会管理服务信息系统和 ODAE 协同关键技术研究及应用示范(2021 年海南省重大科技计划项目 No. ZDKJ2021051)支持。

参考文献

- [1] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990(1): 3-10.
- [2] 黄欣荣. 复杂性科学研究方法论纲[J]. 科学技术与辩证法, 2006, 23(1): 32-36.
- [3] 陈晓平. 复杂系统论的方法论性质及其科学-哲学双重性——从协同学的角度看[J]. 晋阳学刊, 2016(6): 79-84.
- [4] 于景元, 刘毅, 赵军. 开放的复杂巨系统的方法论——从定性到定量综合集成方法[C]//1997 中国控制与决策学术年会. 1997.